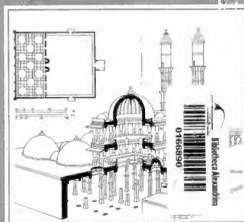
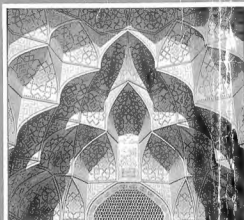


مختصر علوم الحديث
الجزء الرابع

تأثير المواد وساليب الانشاء الحديثة على طرق المساجد بأنواعها

إعداد الدكتور محمد العبد
عبدنبيجي



تأثير المواد وأساليب الإنشاء الحديثة على تطوير شكل المنشآت



- . الفَيُودُ البَيِّنِيَّةُ وَالْعَمَلِيَّةُ الْمُعَيَّنَةُ لِلْعَمَلِيَّةِ الْإِبْدَاعِيَّةِ
- . مَوَادُّ الْإِنشَاءِ الْأَكْثَرُ تَطَوُّرًا.
- . مَوَاصِفَاتُ الْمُنشآت بِأَشْكَالِهَا الْجَدِيدَةِ.

إعداد المهندس
محمد محمد عوفان تليجي

حقوق الطبع محفوظة للنشر
الطبعة الأولى

١٩٨٨

سلسلة : مختصر العلوم الهندسية (٤)

الكتاب : تأثير المواد وأساليب الإنشاء الحديثة
على تطوير شكل المنشأ

إعداد : المهندس هادي عدنان تبيجي

الطابع : مطبعة الشام

عدد الطبع : ٢٠٠٠ نسخة

الناشر : دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع

دمشق - سوريا : شارع بزر سعيد هاتف : ٢٢٠٢٢ - ٤٨٠٤٨ - ٢١١٠٤٨ ص.ب

٥٣٧٢ توكس ٤١٢٥٣٨ زينة

● المقدمة :

سنناقش في هذا الجزء من الموسوعة ، كل ما يتعلق بالتطورات الحديثة ، التي طرأت على أساليب ، مواد ، وأشكال الأبنية ، خلال عقدي السبعينات والثمانينات ، إضافة إلى أنه ، يفيح بشكل واقعي ، وبناء على معطيات ثابتة وراسخة ، توقعاته لاتجاهات التطور المستقبلية ، في مجال التصميم والإنشاء .

بالطبع إن الأفكار والإبداعات الجديدة ، نستطيع التوصل إليها ، فقط ضمن منظور نقيده معطيات البيئة ، الوسائل العلمية المتوافرة بين أيدينا ، ونتائج الدراسة الأولية ، المحددة لطبيعة ووظيفة المنشأة . فالقول ما ينبغي عمله ، هو الإجابة على أسئلة ، تصاغ لتحديد معطيات طبيعة البناء المراد إنشاؤه ، ومن هذه الأسئلة : ما هي العوامل المؤثرة في تحديد مكان وكيفية إنشاء المبنى ؟ ما هي التصميمات التي يتوقع إدخالها على طبيعة اللقطة بهدف تحسين مقاومتها ؟ كم يراد أن يكون ارتفاع المبنى ؟ ما هي المجازات الواجب تركها ما بين الأعمدة ؟ وغيرها من الأسئلة الأخرى ، التي ينبغي الإجابة عليها أولاً ، وقبل المباشرة في عملية التصميم .

لذا كان الفصل الأول ، تطرّفًا للمعوقات ، التي تقف بوجه التطور نحو الكمال ، وفي وجه ابتكار وسائل وتقنيات جديدة ، تفيد منها وسائل وطرق الإنشاء والتصميم .

تناول الفصل الثاني من هذا الجزء ، عدداً من المواد الإنشائية الحديثة ، والتي تمّ ابتكارها ، نتيجة الحاجة إلى مواد أكثر مقاومة ، وأنتف وزناً ، فكان منها ، الألياف الكربونية وتلك الزجاجية . كما تناول الفصل ، التحسينات التي طرأت على مواد الإنشاء التقليدية ، بغية رفع كفاءتها .

سيعنى الفصل الثالث من هذا الجزء ، بإظهار تأثيرات ما استجدّ من أفكار ومواد ، على أشكال وبنية المنشآت بشكل عام ، موضحين بعض الأشكال والجميل الإنشائية الحديثة ، والتي خرجت بها الحرارة والمهندسة بشكل عام ، عن ما تألفت عليه من أشكال إنشائية .

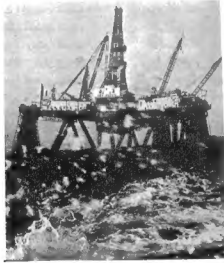
الفصل الأول

القيود البيئية والعملية المعقّدة للعملية الإنتاجية .

● المقدمة :

معطيات البيئة والمحيط الاجتماعي ، وتحت وطأة القيود
المعملية ، التي تفرضها مقاومة مواد الإنشاء المتاحة ،
والتشكيلات الإنشائية الشائعة .

تعد الدراسة هذه ، توضيحاً للجهود المبذولة ،
يهدف تطوير أساليب إنشاء وتصميم الأبنية ، ضمن إطار



● البيئة وتأثيراتها على العملية الإبداعية :

1.02 : إن مجموعة الإرباكات ، التي يمكن أن تحد من العملية الإبداعية ، ليس مرتبطة عجزاً في الخواص الفيزيائية لحواد الإنشاء فحسب ، بل هناك عوامل أخرى ، على الرغم من أن عامل عجز مواد الإنشاء المتوافرة ، من تلبية ومواكبة خيال المصممين ، قد تكون من أكثرها أهمية ، وإن كانت أهميتها الحالية لحسن الحظ ، بدأت تتلاشى ، نتيجة للتقدم التقني الهائل ، التي شهدت السنوات الأخيرة ، إلا أن العوامل الأخرى ، ما زالت مؤثرة ، بل أصبحت أهميتها تزايد ، ومن هذه العوامل عوامل اجتماعية ، بيئية ، وأخرى تتعلق بالطرق المتبعة ، بهدف التكيف مع البيئة (إيكولوجية) . إن هذه العوامل ، بدأت تزايد أهميتها ، بتزايد كثافة السكان ، التي أدت إلى استنفاد الموارد الطبيعية ، وإلى زيادة التلوث البيئي ، مما جعل الأوضاع الراهنة ، معارضة تماماً ، مع احتياجات الحفاظ على الظروف المعيشية المقبولة .

● وسائل النقل :

1.02 : ترجع معظم مشاكلنا البيئية الحالية ، إلى زيادة القدرة على تسريع نقل الأشخاص والمواد ، من مكان لآخر ، وهو عصر ابتداء ، بحلول منتصف القرن التاسع عشر .
إن إنشاء مجموعة من خطوط السكك الحديدية ، بهدف وصل أطراف المدن بمراكزها ، والتي بُدِئت في عام ١٨٥٠ ، لم تزل آلاف المنازل فحسب ، بل كانت أيضاً بمثابة ، حواجز فيزيائية واجتماعية ، تفصل ما بين المساحات السكنية للتجارة ، وتقلل من متولة بعضها ، لعمق تأثيرها ، بما تصدره تلك القطارات ، من ضجيج مصحوب بمسبب دخانية ضارة . ونتيجة لذلك ، كانت العملية الإبداعية تقترب إلى حدود الكياف ، كما كان التصميم قادراً ، على حل المشاكل الإنشائية ، الناشئة عن سرعة وسائل النقل ، مثل التصاميم الملائمة للخدمات ، الناشئة عن اختراق الطائرات جدار الصوت ، أو تلك للزوجة بما يمنع عنها الضوضاء والأصوات ، المتصلة من الخارج ، أو تلك المصممة على شكل منشآت طافية ، فوق السكك الحديدية ، تشغل مساحات تقتصر للسكن أو كمراكز للاستجمام ، مبنية نظام النقل بأكمله ، في منسوب منخفض .

1.03 : إن مشكلة التعارض ما بين الإحتياجات البيئية ، والإحتياجات الاقتصادية للمجتمع ، أخذت تطل اليوم برأسها ثانية ، وكمثال عليها ، إضطرابنا إلى إنشاء مجموعة من المطارات ، إلى جوار مساحات سكنية . إن أمثال الإرباكات البيئية هذه ، استدعت ثانية التفكير ، في حلول إبداعية ، نتخذها من التعارض هذا ، فكانت المنشآت القائمة في عرض البحار .

● نقص الموارد الطبيعية :

1.04 : بدأنا نشر بالإرباكات الناشئة عن عدم التكيف ، منذ تزايد غور النقص الحاصل في الموارد الطبيعية ، وفسور المخزون الكلي من الموارد هذه . إلا أن الغرى الإبداعية ، تعمل على تطوير مواد بديلة ، من طريق سحبها وراء مواد تركيبية مصنعة ، يمكن الإستفادة منها ، في حل مشكلة النقص في الموارد الطبيعية .

1.05 : إن الحاجة إلى الموارد الطبيعية ، تفضحت في السنوات الأخيرة ، إلى حد كبير ، مما زاد من صعوبة سد احتياجات المناطق والمدن من هذه الموارد ، وبالتالي زاد خطر تضخم المنجز الحاصل في تأمينها ، مما رفع من قيمتها

وأسماءها ، وبالتالي ارتفعت تكاليف الإنشاء . لقد أضرّ ارتفاع تكاليف الإنشاء بالدخل القومي ، وبالتالي انعكس ذلك على الوضع الاقتصادي والإجتماعي ، لمجموع أفراد الشعب . إن الصرخات والإحتياجات الحالية ، المنصبة على توسيع رقعة المساحات المخصصة لأعمال التنقيب عن الموارد الطبيعية ، لن يجدي قبلاً ، خصوصاً إذا ما فوّرت بما يمكن أن تولّده هذه الخطوة من أذى ، يلحق بالبيئة ، ويظهر الطبيعة الحلابة .

1.06 : لقد أدركت الدول ، مدى الأذى ، الذي

يمكن أن يلحق بالإقتصاد القومي ، إن لم يعالج العجز الحاصل في الموارد الطبيعية ، وإن لم نجر بأسرع وقت ، دراسات موضوعية ، تكون غايتها البحث عن مصادر بديلة . لذا يجتد الباحثون اليوم ، في ابتكار أساليب استخراج ، أكثر اقتصادية وكفاءة ، كما يعملون على استخدام تلك الموارد ، بأقصى ما يمكن من كفاءة ، بحيث تقل نسبة المادة التالفة منها ، إلى حد كبير . لقد أشارت الدراسات الحديثة ، وتوقعات الباحثين ، إلى إمكانية تصنيع المواد التالفة ، كبقايا أحجار المناجم ، كسرات الفخار الصيني ، الخشب بمختلف أنواعه ، الرماد ونسبت

مستلزمات تنفيذ الأبنية الأساسية ، مع الأساليب التقنية المرافقة لإنتاجها ، إلى مناطق كانت تفتقر إليها سابقاً . وبدا يمكننا تسريع العملية الإنتاجية ، لنساهم بها مناطق ، كانت ضمن عداد المناطق النامية ، فتظهر نتيجة تفاعل التقنية مع أشخاص جدد ، أشكال إنشائية جديدة ، وتبرز حلول لمشاكل ، كانت مستعصية في وقت من الأوقات .

المعادن ، لإنتاج مواد مصنعة ، تستخدم في إنشاء وإكساء الأبنية عموماً . إن العامل الذي يحث من انتشار تلك الخطورة اليوم ، هو ارتفاع كلف النقل ، إن فورت بكلفة المادة المنخفضة ، عند البيع . لقد بلغت نسبة أجور الشحن المائدة لنقل الفلزات الخام ، في بريطانيا ، من مناجمها إلى أماكن استهلاكها ، حوالي (٢٦٪) ، من مجموع ما تقاضته مكاتب النقل البري من أجور ، عام ١٩٦٨ ، وهذا ما جعل الباحثين اليوم ، يفكرون باستخدام السفن ولقطارات الشحن ، في عمليات شحن المواد الأولية ، لتقليل من كلفة وأجور الشحن ، إلى أقصى حد ممكن . كما أخذ بعضهم يفكر جدياً ، في نقل وإنشاء تجهيزات المصانع ، بالقرب من مصادر المواد الخام ، إذ أن هذه الطريقة ، تعد في أغلب الأحيان ، أكثر اقتصادية ، من عملية نقل المادة الخام ، إلى حيث المصانع المتخصصة ، خصوصاً إن كان المصنع ، يبعد مسافة كبيرة ، عن مكان تواجد المادة الخام ، والتي غالباً ما تكون ضمن أرض مدينة أخرى . إن الإنهاء هذا ، ليس بتقديره فقط ، التقليل من كلفة المنتج النهائي ، بل يكسب أيضاً ، أهمية خاصة ، من جرّاء أنه ، يتيح وصول

• المراجع والمستندات الحكومية النظامية :

1.07 : إن أنظمة وتعليمات البناء ، المدونة لحدمة مقتضيات السلامة والصحة العامة ، غالباً ما تكون بمثابة الكوابع ، التي تعد من تطوّر العمليّة الإبداعية . لذا يكون القول : بأن الإبداع الإنشائي ، يمكن له أن يستكمل بشكل أفضل ، بعيداً عن النظم والتشريعات ، المتعلقة بضرورة تأمين حماية المنشآت من التيران ، أنظر الشكل (١-١) ، قول لا يتعدّى الحقيقة ؛ ليس لكون التشريعات الناطقة ، عاجزة عن الإتيان أو التمهيد للأفكار جديدة فقط ، بل لعجزها أيضاً ، عن مواكبة التطوّر ، وإيجاد ما يناسب ما آلت إليه المنشآت الحديثة . أثبت التجارب ، إن استخدام عناصر معدنيّة غير محمية ، في أحوال الإنشاء ، في ابنية هوائها التيرائية منخفضة جداً ، لا تؤدي في حال اشتعال المبنى بأكمله ، إلى درجة حرارة ، تكفي لصهر تلك العناصر المعدنية . أدخلت بعض المدن الأوروبية ، في الآونة الأخيرة ، تستفيد من المعطيات هذه ، بغية استخدامها في منشآتهم ، خصوصاً للحصون منها ، على مبرّات التخلي عن الأنظمة والتشريعات المحليّة البالية ، أما الكود البريطاني ، فإلى الآن ، لم يقر



الشكل (١-١) : يظهر الشكل مثلاً لحي ممطر غير صحي .

بتلك التجاوزات ، إذ طعن القائلون على هذا الكود ، بجديته وشموليته براسم التجارب المجربة . أما في أمريكا ، فقد أجازت التشريعات ، تنفيذ أبنية مخالفة ، على شرط وضعها تحت المراقبة ، ليصار إلى دراسة ما تتعرض له من أعطال . وقد زُوِّدت هذه الأبنية ، بوسائل الإنذار المبكر ، ووسائل حاية خارجية . لكن مراقبيها ، من تفادى أي خطر ، قبل وأثناء حدوثه .

١.٥٥ : تحكم الإبداعات الإنشائية ، في الكود البريطاني ، مجموعات ثلاث من القوانين والتشريعات ، المتعلقة بحماية المنشأة من الحريق ، فكلها بما الكود ، عاصمة البلاد ، ومناطق أخرى من الكتلرا ، ومقاطعتي اسكتلندا وويلز . قبل عام ١٩٦٣ ، كان في بريطانيا ، (١٧٠٠) مجموعة من القوانين والتشريعات ، الناطقة لعملية التصميم والإنشاء ، مما جعل الخروج عن ما هو مألوف ، سواء أكان ذلك من خلال مفهوم متاخر ، أو من غير مخالف من الصنوب تحققة عملياً .

لقد كانت هذه القوانين ، كوابح عتقة للإبداعات الشخصية ، صاغها في يوم من الأيام ، مسؤولي البلديات ، لتتسبب وضعاً تقيراً جديداً ، على مدار

الأيام . أما الآن ، وبعد أن تركزت خبرات الأمم ، في مجالس متخصصة ، تعق هي دون غيرها ، بإصدار تشريعات ناطقة ، لمصلي التصميم والإنشاء ، أصبح الأمر ، أكثر لياناً ، وقصمت للمبدعين مجالات أكثر رحابة .

١.٥٥ : مع ذلك ، ظل هناك أشخاص ، يحملون ضد الترتيبات الإبداعية ، في مجالي التصميم والإنشاء ، إذ ما زالوا يصرون سلبياً ، على أن تكون متطلبات حاية عناصر المنشآت المبدئية الخارجية ، المتواجدة على واجهة المبنى ، هي ذاتها المطلوبة من العناصر الداخلية ، وذلك فيما يخص متطلبات الحاية ، من نشوب الحرائق وانتشارها . إن ذلك خطأ فادح ، كما نرى ، يرتكبه واضعوا الأنظمة ، فيما يخص التشوير الصحيح ، لحالات نشوب الحرائق ، ووسائل الوقاية منها . فالعناصر للمبدئية الخارجية ، المكونة لبيكل المنشأة المبدئية ، تليى حرارتها ، دون الحرارة الحرجية ، والمسبوبة لـ (590) درجة سانتيفراد ، وإن انتشر الحريق ، ليشمل كامل أرجاء المنشأة . واعتزال الجميع ، أن تتجسج ، إلا أن الصعوبة تكمن ، في إيجاد الطريقة ، التي بما يمكن إنتاج مستمروا المقارنات ،

بمصلحة التوجهات الجديدة ، إذ أنّ هذه التوجهات ، لا تظهر أكلها ، إلا بعد تنفيذ العمل ، وتعرض المبنى للحريق ، وعندما يمكن للمستثمر ، تبين جدوى التوجه ، وهو وضع حالياً ما يتحمله المستثمر ، غشية أن يقع في أعطاء المصمم ، أو لكون الإنسان بطبعه ، يكره ما مجهول .

3.10 : إن الشكوك الأخرى من منحنى التجربة العلمية ، والذي تلحظه في أنظمة البناء المرحية ، هو تقرير وجوب زيادة إجراءات الوقاية من الحريق ، كلما زاد ارتفاع المنشآت المعدنية ، وهو شلوكو اعتمد على نواحي عاطفية ، وليس له أيّ مسند علمي ، فقد أثبت التجربة ، على أن الوسائل الكافية لحماية منشأة معدنية ، قليلة الارتفاع من الحريق ، هي ذاتها الكفيلة بحماية منشأة معدنية عالية الارتفاع . إن الإصرار على الإتيان بوسائل حماية ، تفوق ما يتطلبه الحال ، يجر المستثمر على دفع أموال ، ترفع من كلفة الإنشاء ، دون أن يكون ذلك ، في مصلحة زيادة عائدات المنشأة ، كما تحد الإجراءات هذه ، من خيارات المصمم ، وتحد من تدفق رؤاه وتصوريته التجديدية .

● عمر المبنى والنظرة الاقتصادية للمنشأة :

3.11 : إن المظهر التصميمي الأخر ، المقيد للعملية الإبداعية ، هو وجوب الوصول إلى منشأة ، عمرها الاستراتيجي ، يطول ليصل إلى حدوده المقبولة . إن اعتبار مواد الإنشاء ، يتم بناء على معرفتنا الأكيدة ، بقدرتها على مقاومة عوامل اهترائها ، مدة لا تقل عن ستين عاماً . وهي تختلف في نوعياتها ومواصفاتها ، من تلك المستخدمة لأغراض مؤقتة ، حيث يجوز استبدالها ، حال تلفها ، وهي مواد تستخدم في منشآت ، يراد تخفيض كلفتها ، نظراً لاحتياجنا للوقت لها . وقد تكافلت الأيدي في الآونة الأخيرة ، لإنشاء منشآت أكثر عمراً ، تنصف بقدورها على استواء التغيرات المتروكة ، في طريقة الإستخدام ، وقد صممت فرائضها الداخلية ، بمرونة تكفي لتلبية كافة الوظائف والخدمات المطلوبة إن للمشكلة الأساسية ، التي تواجهها الأبنية ، الممتدة للمستقبل ، هي صعوبة التكهّن ، بالوظائف المترتبة بفرائضها من جهة ، ويتكبد تلك الوظائف المستقبلية ، بأقل التكاليف الممكنة من جهة أخرى .

1.12 : إن السؤال الهام المطروح ، هو كيفية تأمين المبالغ اللازمة ، لعملية تصميم وتنفيذ المشاريع الرائدة . إذ أن المستثمرين ، غالباً ما يصحسون من التصني لمشاريع ، لا يفهمون أبعادها الحقيقية ، فكلّ منهم ينصب عادة ، على استعادة ما وفّقوه من مبالغ ، مع أرباحهم المتوقّعة ، بأسرع وأيسر الطرق ، يساعدكم في ذلك أيضاً ، جهل المشاركون للبناء ، بمؤثرات المبنى الإستثنائية ، فيصعب عليه ، تقديم مبلغ تزيد قيمته ، عن قيمة أمثاله من المباني ، فتتركز حركة شراء وبيع أمثال تلك المباني الرائدة ، مما يجعل الإقبال على الألاكوار الإبداعية ، بمثابة انحار تجاري .

• التأكيد على البحث :

1.13 : نلتفتن ما قلّمته المواد المكتشفة حديثاً ، المستخدمة في تحسين صنعة السفن التضميلية ، من نتائج في مجال تطوّر وسائل ارتداد القبطاء ؛ بما قلّمته مواد الإنشاء المكتشفة حديثاً ، في سبيل تطوير النظرة ، إلى كيفية إنشاء وتصميم الأبنية ، فنجد الفارق بينها كبيراً ، وكبيراً جداً ، وهذا ما يدهشنا إلى التأكيد ، على ضرورة البحث الجدي ،

عن مواد إنشائية بديلة . فعلى سبيل المثال ، كان لاكتشاف واستخدام الروابط المعدنية ، والألياف الكربونية للسّاحة ، تأثير تكتيكي ، على أساليب إنشاء وتصميم الأبنية ، ولم يكن تأثيرها استراتيجي ، إذ لم تساعد تلك المواد ، في تغيير تصوّرنا لمفهومي التصميم والإنشاء . هذا ما فعلته بعض المواد المكتشفة ، من تطورات ، إلا أن هناك مواداً أخرى ، كان لاكتشافها ، تأثير على تحولات جبريّة ، تناولت أسلوبي التصميم والإنشاء ، فطوّرتها باتجاه مغاير لما تألفنا عليه ، ومنها مادة البلاستيك ، إذ أمكن من خلال هذه المادة ، صياغة أشكال إنشائية ، مغايرة للمألوف ، كما أمكن من خلالها ، تطوير المنشآت الفسريّة ، والمنشآت المؤلفة من مجموعة من العناصر المتألّفة ، ذات السطوح الخارجية المقاومة ، لبحم استخدامها ، في إنشاء وتصميم مختلف أنواع الأبنية ، العامة منها والخاصة .

1.14- : بلا شك أن الطبيعة قادرة على تزويدنا ، بأشكال الأشكال الإنشائية ، وبأكثر المواد كثافة وصطام ، لذا كان علينا الاستمرار في البحث ، لاكتياف ما تجود علينا الطبيعة من إلهامات ، وما تقنيا به من مواد دقيقة . ونحن بهذا الصدد ، نحتاج إلى تصعيد النظرة ، لنعتمد على بساطة ما كانت عليه نظرة أسلافنا ، فتراثهم قادر إن درس جيداً ، على إيجاد الحلول لأحقد للمشاكل البيئية ، التي تصادفنا وتتصاعدنا في المستقبل .

إن مشكلة المقياس بالطبع ، مشكلة تتعلق بكيفية التكيف مع البساطة ، فالنماذج الأولية البسيطة ، سرعان ما تتسقد ، عند استخدامها مطبوعة في منشآتنا العامة ، إذ أن الحل الأنيق ، يقد أثقلته بسهولة ، إن يبرأ في طريقة استخدامه .

1.15- : ينبغي أيضاً ، مراعاة القيود العملية ، ودراسة تأثيراتها على العملية الإبداعية ، ومنها دراسة ما للمواد من خواص ، تحد من مدى استسلامنا للمفكرة الإبداعية الجائلة في ذهننا ، فكمثالاً ما تكون الوسائل التقنية ، والمواد المتاحة ، قاصرة على تنفيذ ما بأفكارنا من الأفكار .

● القيود الإنشائية المُبْطِلة للمعملية الإبداعية :

2.81- : تتحكم في كافة أنظمة الإنشاء ، ثلاثة عوامل أساسية : الشكل ، تقنيات الإنشاء ، ومواصفات مادة الإنشاء . إن الأفكار الإبداعية ، قادرة على ابتكار حلول للمشاكل الناشئة عن الشكل ، وطريقة الإنشاء للشيء . إلا أن المادة ، بما تأصلت فيها من خواص فيزيائية ، تحدد وزنها الذاتي ، ومقدار مقاومتها للضغط والإجهادات المختلفة ، تبقى هي المتحكم ، في مدى نجاحه الأفكار الإبداعية المقترحة .

● تأثير وحدة المقياس :

2.82- : إن أردنا زيادة أبعاد منشأ ما ، كان تضاعف كافة أبعاده الطولية ، بغيرها يترجم مقياس بوحدة الطول المتساوية لـ (1)م ، فإن حجم حله المشكك ، وبالتالي وزنها ، يزداد وفق رقم مقياس بوحدة مساوية لـ (1)م³ ، بينما تزداد مساحة المقاطع العرضية ، للأجزاء الحاملة ، وفق أرقام موافقة ، ونفساً بوحدة مساوية لـ (1)م² فقط .



الشكل (٣-١) : يظهر الشكل عدم الإستقرار الرن ، حيث ظهر المميز ، على شكل انحناءات واضحة . نزل الخطوط المنقطعة ، مواضع الجسور الحاملة ، المتواجدة وراء صفائح التغطية للمنتج .

إن ذلك يوقعنا في مشكلة إنشائية ، إذما إن نغير من نسب الشكل ، فنزيد من مساحة مقاطعه العرضية الحاملة ، أنظر كيف حلت الطبيعة المشكلة هذه عندما اعترضتها ، بإجراء مقارنة ما بين أرجل النمل وأرجل الفيل ، أو أن نتوجه نحو زيادة مقاومة المواد المكونة للعناصر الحاملة .

٢٠٨٥ : إن التصدي للمشكلة ، من خلال زيادة مقاومة المواد المكونة للعناصر الحاملة ، ليس إلا ، مع الحفاظ على النسب الأساسية للمنشأة ، وعلى معامل المرونة المتصلة بها ، المادة المستخدمة هذه ، هو حل غير مقبول ، لثلاثة أسباب .

١ - تترافق زيادة الإجهادات عادة ، زيادة في تشوهات العناصر الحاملة ، وهي زيادة وإن كانت في حدودها المقبولة إنشائياً ، إلا أنها تؤثر على جودة تنفيذ أعمال الإيداع ، وغالباً ما تكون مصدر قلق ، لكافة شاغلي ومستثمري المبنى .

٢ - إن مقاومة الأجزاء الحاملة المحصورة ، غالباً ما تنهار ، نتيجة انقطاع أطوال المواد المكونة لها ، زيادة تلتى متنسلاً طولياً لها ، نتيجة إحكام وثاقها ، مع عناصر تحكمها من كل الجوانب ، فالأعمدة ، الأطر ،

الباروتومات ، القشريات ، وما شابهها من عناصر ، تنفي وتلتوي حال تعرضها لضغط زائد ، وتتهار فور تعرضها لضغوط زائدة . فزيادة مقاومة العناصر هذه ، في الواقع ، لا تكفي إلا عن طريق زيادة معامل مرونتها ، والذي يحد إن زيد ، من قدرة المادة على الإمتصاص ، أنظر الشكل (١-٢) .

٣- إن زيدت أبعاد ، ووزن ، ومقاومة المادة ، دون أن يتتباها زيادة في معامل مرونتها ، فإن صلابتها ، تقل نتيجة ارتباط تلك الصلابة ، بكتلة المنشأة ، والتي تقل نسبتها إلى حجم المنشأة ، كلما زاد حجم المنشأة ، فكتلة المنشأة تقل ، كلما زادت أبعادها ، يتولد عن نقصان الصلابة ، زيادة استجابة المنشأة ، للتهديدات الإهتزازية ، فهي استجابة خطيرة ، قد تصل إلى حد إحداثيات العندين ، وهي حادثة إن تولدت ، أقنت إلى انهيار المنشأة ، وهذا ما حدث للجسر الذي اعتلوه ، فرقة من الجنود ، سارت عليه ، ببطولات منتظمة ، ولدت طيناً ، ألقى إلى انهيار الجسر ، أنظر الشكل (١-٣) .



الشكل (١-٣) : يظهر الشكل جسراً انهيار عام ١٩٤٠ ، تمت أرجل المراء الجيش ، أثناء مشية نظامية ، ثقت على سطحه .

● مادة الإنشاء وتأثيراتها على العملية الإبداعية :

● القيود النظرية :

- 3.88 : يساعد مفهوم الطول التمثال للمادة ، في إدراك وتقدير المجاز الأعظمي ، التي يمكن لتلك المادة أن تحصل . يجتذ الطول التمثال ، لتضيق معانٍ شاقولياً ، في مقطع عرضي مستمر ، بالطول الذي إن وصله الضبيب ، يهشم عند نقطة التعلق ، تحت تأثير وزنه الذاتي . إن الطول هذا ، المستقل عن أبعاد وشكل للمقطع العرضي ، يرتبط بمدى مقاومة المادة القصوى ، للشد الواقع عليها ، وبكثافة أو (بالثقل النوعي) لتلك المادة ، أو بمعنى آخر ، أن الطول هذا ، يحدّد نسبة مقاومة المادة إلى كثافتها . يوضح الجدول (١-٣) ، الأبعاد التمثّلة ، لعدد من مواد الإنشاء ، ضمن مقاطع نظامية . هذا وإن استطعنا ترك نقطة تعلق مقطع عرضي ، لتضبيب شاقولي سائلة ، ونفس الوقت كُيِّت لامتناسخ كافة أنواع الإجهادات ، الناشئة عن الوزن الذاتي للتضبيب ، والتي تبلغ ذروتها عند نقطة التعلق ، فإن طول التضبيب التمثّال ، يتحوّل

ليصبح طولاً لا متناهياً ، وهذا المفهوم ، يساعد كثيراً في بناء جسور المستقبل المعلقة ، والتي ينتظر منها أن تمتد لمسافات طويلة .

الفرقة (١-٦) : تظهر الفرقة أطوال الكسر لمختلف أنواع مواد الإنشاء المرونة .

أطوال الكسر (مم)	الكثافة (kg/cm ³)	المقاومة الأحادية مقصورة (kg/cm ²)	المادة
1.4	11.814	0	رصاص
0	7850	6	ألمنيوم خفيف ، خضالي للفرق
11	2727	0	الآلوم إرثاني
0	7850	70	ألمنيوم إرثاني ، حالي ثقوب
28	805	13	حلب الصنوبر
28	7850	250	سلك سبك حديد القوية
44	—	—	سكبات دافور
44	1538	84	مركبات الألوم ألومنيوم (الجلود)
48	1683	75	سلك (٥٠٠) كبريت
179	1790	388	مركبات الألوم ألومنيوم
184	3883	205	كبريت كروية
—	—	—	كبريت زيديك 90
1-0	2320	0-05 0-4	براز إرثاني عادي
10-0	3880	2-48 28	براز حالي القوية

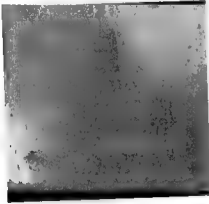
١ : تشير إلى أن مقاومة الشد هي (٥٨) ومقاومة الشد هي (٢٨) .
٢ : تشير إلى أن مقاومة الشد هي (٢٨) ومقاومة الشد هي (٥٨) .
٣ : تشير إلى أن مقاومة الشد هي (٢٨) ومقاومة الشد هي (٥٨) .
٤ : تشير إلى أن مقاومة الشد هي (٢٨) ومقاومة الشد هي (٥٨) .

● التصرف أو السلوك الحليقي والنظري للمادة :

3.020 : تتدرج مواد الإنشاء ، ضمن تصنيفين رئيسيين ، إذا ما قورنت من حيث سهولة الكسر ، فمنها السيراميك ، القراميد اللدنة ، والحديد القابل للطرق . فالسيراميك مثلاً ، مادة يمكن مدّها طولاً ، دون أن يؤثر ذلك على تماسكها ، فقط ما نسبته (٠,٠١٪) من طولها الطبيعي ، وإن تجاوزنا بها هذه النسبة ، عجزت عن الاستجابة ، وانتابتها تشوّهات ، بحيث تثبت المادة على شكلها النهائي . أما الحديد القابل للطرق ، فيمكن إطالته بنسبة (١٪) من طوله الحليقي ، دون أن يؤثر ذلك على تماسكه ، وإن أطلنا قضبانته ، بنسبة تزيد عن ذلك ، مرّت بمرحلة وسطى ، تكون فيها التشوّهات ثابتة ، أنظر الشكل (٤ - ١) .

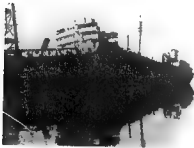
3.030 : لقد تمّ التوصل إلى النتائج هذه ، وتحليلها ومن تمّ إدراكها ، فقط منذ أواخر الخمسينات من هذا القرن . تتصف المواد الهشة ، بسطوح مماعة ، إذ تنتشر بها شقوق ، تحدث ارتفاعاً محلياً في الإجهادات المتبقية . إن تركيز الإجهاد عند فاصل الشق ، يتزايد طردياً مع زيادة

نصف قطر انحناء فاصل الشق ضالّة . ولهذا فإن شقاً خافية في الصلابة ، صغيراً بحيث تستحيل رؤيته بالعين المجردة ، قادر على توليد إجهاد محلي ، يفوق مئة مرّة ، الإجهاد المتولد عند نقاط المادة الأخرى . إن هذا ببساطة يعني ،



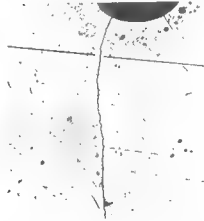
الشكل (٤-١) : يظهر الشكل كيفية انتشار الشق ، في ملم آلة مصنعة من الحديد اللدن ، نتيجة تعرضها لمزم انعطاف .

أن تتدعى مادة الإجهاد المستخدمة ، أنظر الشكلين (١-٥) و(١-٦) .



الشكل(١-٦) : يظهر الشكل مثلاً نموذجياً ، للطريقة التي يتم بها ، توسع شق تروآد في مادة إتشكوك .

إن الإجهاد إن وصل إلى رقم ، يفوق ($\frac{1}{100}$) من معدل الإجهاد النظري الأقصى ، فإن الشق ينمو ويستطيل ، إلى



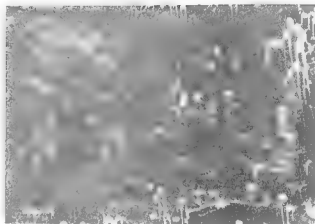
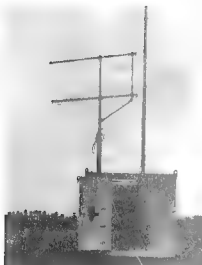
الشكل(١-٥) : يظهر الشكل كيف يمكن أن يتروآد شق مشرقه ، نتيجة تعرض مادة قصبعة لإجهاد ما ، ولفترة طويلة .

3.94 : بما ذكرنا ، يظهر الفرق الجوهري ، ما بين المواد الممتدة وتلك اللدنة ، إذ يصعب في الأولى إيجاد طريقة ، يمكن معها معالجة ما تسببه من مشاكل إنشائية ، حيث تتداخل الروابط ما بين الذرات ، لتواجه عند تقويم الشقوق ، واحدة تلو الأخرى ، إلى أن تنهار مادة الإنشاء بأكملها . حل أيّ حال ، يحدث في مادة لدنة ، كالخديد القابل للطرق ، وعند فاصل الشق تماماً ، توسع حرن ، يزداد بموجبه ، نصف قطر الفجوة الشق ، مما يدعو إلى تقليص درجة تركيز الإجهاد . نلاحظ هذه الحفافة ، في المنشآت المصنوعة من الحديد القابل للطرق ، خصوصاً حول الزوايا ، فتحت برافى التثبيت ، أو عند أي نقطة تتعرض للإجهاد مرتفع . إن ما يحدث ببساطة ، هو استطالة موضعية ، تساهم في إصافة توزيع الإجهادات ، بشكل أكثر انتظاماً .

تطبق حوامل أمان ، تقي المنشأة من الإجهاد ، دون أن يكون الهدف من تطبيقها ، هو تقاضي تهديد مواضع

الإجهاد الأعظمي ، كحليداً حقيقاً . إن قدرة المواد اللدنة ، حل امتصاص أكثر سوء التهديد ، دون أن تتعرض سطوحها ، إلى أضرار يفوق مداه ، ما هو مسموح به من تشوهات ، يحصل استخدام تلك المواد ، في إنشاء الأبنية ، أكثر أماناً .

الفصل الثاني
مواد الإنشاء الأكثر تطوراً.



محدودة ، ولا تتجاوز (٤٥٠) كغ /مم^٢ ، وذلك بسبب بنية الألياف البللورية ، والتي تجعل من سطوح كتلة الألياف ، سطوحاً متقطعة ، وعرة ، ومضادة المقاومة .



الشكل (١-٧) : مجري الشكل مقارنة ما بين اسطوانات نحاسية ، جرى إنتاجها من فوالب الصب ، قبل وبعد تمريرها لغري الضغط . لاحظ التغيرات الحاصلة في الخصائص البللورية ، المعادة للمادة اللدنة .

● مركبات الخيوط الليفية : أنظر الشكل

(١-٧) :

1.01 : تكمن بقاءاً ، في حفل المركبات الليفية ، الفرصة الذهبية لتحسين نسب الصلابة إلى الوزن ، حيث تدفن الشعيرات أو الألياف هذه ، ضمن النسيج الأم . تقوم الشعيرات والألياف هذه ، بتعزيز صلابة المادة ، وربط جزئياتها بعضها ببعض ، كما تفعل درز الخياطة بقطع القماش ، مما يعيق نمو الشقوق ، وانتشارها على كامل النسيج الأم . تبلغ أنظار الشعيرات أو الألياف هذه حوالي (0.002) ملم ، ويزيد طولها عادة عن (٢٠) ملم . تتخذ الشعيرات هذه ، بنية بللورية تقي ، تعمل بدورها أيضاً ، على التخفيف من انتشار الشقوق ، وترفع من مقاومة المنشأة ، لتصبح بيا مقاومة للزلازل وكريد السليكون مثلاً ، حوالي (٢١٠٠) كغ /مم^٢ . على أي حال ، اقتصر استخدام الألياف في أماننا هذه ، على بعض التطبيقات ، وذلك نتيجة لصر أطوال الألياف هذه ، ولتكلفة العالية التي تتطلبها عمليات إدخال تلك الألياف ، في التينة الأم ، لحواد الإنشاء المعروفة . يمكن إنتاج الألياف بأي طول نشاء ، ومع ذلك تبقى مقاومتها

والتيجنات ، البولستر ، كوابلت ، الأكريل ، النيكال ،
 نيلون ، والبريلين . ويجارأ نجد أساء لأملاح عضوية ،
 مثل البولستر ، وهي من أكثر المواد المستخدمة شيوهاً .
 - 1.83 : إن ما يجم المهندس من خصائص المواد
 المسجلة بالآف هي : مدى مقاومتها للشد ، حامل ينخ
 (عادل للرونة) ، وكثافتها . يستعرض الجدول (١ - ٧) ،
 خصائص أهم المواد المستخدمة هذه .

- 1.82 : كما إلى وقت قريب ، لا تعرف من
 المركبات ، سوى الزجاج المسلح بمواد بلاستيكية . أما
 اليوم ، فقد أصبحت الألياف الزجاجية ، واحدة من
 سلسلة من مواد التسليح ، المستخدمة في رفع مقاومة مواد
 الإنشاء ، والتي منها الإسبستوس ، البرون ، الكربون ،
 كريد السيليكون ، وتترت السيليكون . تتنوع النسخ
 الأم ، الضائقة هذه المواد ، أو الرابطة لها ، وتشمل :

الفرقة (١ - ٧) : تظهر الفرقة خصائص المواد التالية .

الماتريال النومي	المقاومة الترمية MPa	حامل الشد MPa	مقاومة الشد MPa	الكثافة (g/cm³)	الآف
2-92	138	7-45	655	2875	زجاج ماركة (B)
3-56	183	8-9	460	2825	زجاج ماركة (S)
16-5	119	39	285	2385	برون
13-5	176	23-5	300	1760	كربون
2-16	21	41-8	410	19 595	تندستين
3-8	22	36-8	230	10 300	موليدنيوم
2-65	54	20-5	425	7820	فولاذ

ألياف الكربون :

203 : استخدمت ألياف الكربون منذ مطلع القرن العشرين ، على يد العالم أديسون ، حيث استخدمها في تصنيع الأسلاك الدقيقة ، المستخدمة داخل مصباح الإنارة الكهربائي ، وقد كانت الأسلاك هذه هشة ، سهلة الكسر ، ويتطلب التعامل معها ، الكثير من العناية والدراية . أما اليوم ، فقد أمكن تصنيع أسلاك ، مقاومتها

التوجيه تزيد عن (٣٠٠ كغ/مم^٢) ، وكثافتها منخفضة جداً ، بحيث أصبحت نسب مقاومتها إلى كثافتها ، تفوق نسب أكثر أنواع الحديد مثانة . على أي حال ، تلك الأرقام تخص الألياف المفردة ، ولا يمكن الأخذ بها ، والألياف المنسوجة ، ضمن مواد أخرى . فعملياً يمكن دلفن الألياف الكربونية ، ضمن نسج رائج البوليستر ، انظر الشكل (٢-٢) . هناك أنواع تجارية ، تستقى



الشكل (٢-٢) : يظهر الشكل الدقيق الذي يمكن أن تظهر في سطح مركب من الألياف الممزوجة بالسلوكا . يظهر الشكل سطحاً مكبراً حوالي (٢٥٠) مرة .

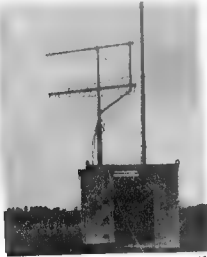
إسداها في فلورينيو^{٢٠٦} وهي مائة تستخدمها شركات الطيران ، في تصنيع طائراتها ، مقاومتها للشد تسوي (٧٥) كغ/سم^٢ . يتكلف الفارينوروف من الياف الكربون بنسبة (٤٠٪) ، ومن راتنج البوليستر التقليدي بنسبة (٦٠٪) . وما أن الوزن النوعي لهذا المركب يساوي (١,٥) ، فإن التجربة قد دلت على أن نسبة المقاومة للوزن ، تفوق مرتين وربع ، نسبة مقاومة أكثر الأسلاك المعدنية مقاومة للشد ، إذا ما قورنت بوزنها . إن أطوال الكسر الموضحة في الجدول (١-١) ، تظهر بوضوح التفوق الهائل لمركبات الألياف الكربونية الراتنجية ، إذا ما قورنت ببنية المواد .

3.83 : لحل أكثر الإستخدامات شعبية ، لمركبات الألياف الكربونية ، هو ذلك الذي تم استخدامه ، في تصنيع الشفرات الأصلية ، لمراوح ضباخط الروايز دوس (RB 211) في المصنع الدنماركي . يبلغ طول الشفرة الواحدة حينئذ (١٢٠٠) ملم ، وعرضها (٣٠٠) ملم . لقد كانت هذه الشفرات ، عبارة عن صفائح ، شربت مسبقاً بالألياف ، وصبت في قوالب ، على أن تعرض أثناء ذلك لحرارة وضغط عال . عند تشغيل المرواح ، ترتفع قوى

الإجهاد الداخلية ، نتيجة القوى النابذة ، وعزم الإحتواء . إلا أنه ، ونتيجة لشدة الشفرات النوصية العالية ، فإن الوزن والتألي القوي النابذة ، يستتبعان ثائريتها ، إذا ما قورن ذلك ، بشفرات صنعت من مواد معدنية تقليدية . على أي حال ، تبقى المواد المركبة هذه ، مواد خفيفة ، سهلة الكسر ، يحكم بنائها ، أنظام حقن عصفور صغيرها ، لذا أعدل بعضهم ، بخلط مواد تصنع الشفرات هذه ، بمواد تكسيها بعض الفسفرة ، كالنتيتانيوم مثلاً .

3.84 : إن العمل على تحقيق مائة عالية ، مع الحفاظ على وزن ذاتي متدني للمنشآت بأنواعها ، وجدت متطعاً لها ، في المجالات التطبيقية ، عندما يوشح بتتيل جيسور معلقة ، بمجاذات طويلة . نرى توضيحاً تفصيلياً لهذا الكلام ، في طائرة الكونكورد ، إذ تبلغ سرعة هذه الطائرة ، ضغط سرعة طائرة البوينغ (٧٤٧) ، بينما تبلغ قدرتها على استيعاب الركاب ، فقد تحس قدرة البوينغ على ذلك . هذا يعني ، أن الحمولة الملاجورة ، هي حمولة بسيطة ، إذا ما قورنت بالوزن الكلي للطائرة عالية الكلفة هذه ، ونسبتها لا تتعدى (٥ ٪) .

(٢-٣) ، ليصبح وزن الألف ليرة الأول من وزنها ، لا يتمنى (٢٠٠) ليرة ، وهي وزن الفواصل الإنشائية الداخلية ، التي استبدلت مادتها ، بمرئيات الألياف الكربونية .



الشكل (٢-٣) : يظهر الشكل سيرة الرادار . يمكننا تقيس الوزن الذاتي ، باستخدام مرئيات ألياف الكربون .

من وزن الطائرة ككل . ولذا نرى أنّ توليفاً ولو بسيطاً في وزن الطائرة الذي سيصبح لنا استعاب ركاب جديد ، يقومون بدفع أجور نقلهم ، ولذا تزداد دخول الشركات المستمرة للطائرات هذه . وتدل التجربة ، أنّ وزناً يقدّر بـ (١٥٠) ليرة ، يتغلب بها وزن الطائرة الذاتي ، يساهم في استعاب ركاب جديد ، يرفع مقدار دخل الرحلة ، ما نسبته (١٠٪) من الدخل الكلي .

2.84- يمكن لنا تقليص الوزن الذي للطائرة ، ورفع كفاءتها الوظيفية ، من خلال استبدال أو تعزيز مواد تصنيعها ، بمرئيات الألياف الكربونية . لقد توصلت بعض الشركات الصانعة ، من خلال إجراءات كهذه ، إلى نتائج إيجابية ، تجلّت في تخفيف وزن الجسور المصنوعة لأرضية جسم الطائرة ، المخصص للشحن واستعاب طاقم الطائرة ، ليصبح وزن الجزء هذا ، ما بين (٢٥٪ لـ ٢٠٪) من وزنها السابق . إنّ إنقاص وزن الطائرة ، له أهمية خاصة أيضاً ، في مجال شحن ونقل التجهيزات جواً ، إذ يمكن صالحوها . شتير التلسكوب ، الحاوية على تجهيزات الرادار ، المحمولة على الطائرة المحمولة ، من تخفيف وزنها الكلي ، أنظر الشكل

مقارنتها ، مستخدمين لذلك الألياف المناسبة . إنَّ ذلك يدهونا إلى القول ، أنَّ جسم سيارَة السباق غورد GT 40 ، المصنَّعة من الزجاج المصقَّى بألياف كربونيَّة ، هو السبب الرئيسي ، الذي من أجله كسبت السيارة هذه ، السباق الذي جرى في عامي ١٩٦٨ و ١٩٦٩ . إذ بينما كان جسم السيارة هذه ، قادراً على تحمُّل السرعات الكبيرة ، كانت أجسام السيارات الأخرى ، المصنَّعة من مختلف الأنواع التقليديَّة الأخرى ، تنصف بثقل لوزن ، بارتفاع منسوب الضجَّة داخلها ، كما كانت تعاني من الإجهادات المرتفعة ، انظر الشكل (٤-٢) .

- 2.88 : هناك بالطبع ، احتداد خاطيء ، ينصُّ على أنَّ مركَّبات الألياف الكربونيَّة ، هي دوماً مركَّبات سوداء اللون ، وتحوي دوماً على الألياف الكربونيَّة ليس إلَّا . تتبيَّن التصاميم الأكثر إثارة ، وذات الأشكال التجاريَّة. المتعددة ، مفهومأ أكثر صمماً ، إنَّ هذه الأشكال ، تعتمد أساساً ، على قدرتنا في توجيهه التقنيَّة الجيَّدة ، وعلى جعل إحساننا بضرورة إقتصاديَّة ما نعمل ، في خدمة رفع كفاءة مواد الإنشاء ، المتواجدة ما بين أيدينا ، كالمواد المعدنية ، الخشب بأنواعه ، الأسبستوس ، والزجاج المسلَّح بمواد بلاستيكيَّة ، وذلك عن طريق تقسيئها ، ورفع درجة



الشكل (٤-٢) : يظهر الشكل هذه السيارة التي كسبت السباق . يعزى النجاح لشدة وعفَّة وزن جسم السيارة المصنَّع من الزجاج الكربوني .

2.86 : إن أهمنا الكلف العالية الحالية ، اللازمة

لإنتاج الالاف وعصب المركبات الراتنجية ، نجد أن هناك العديد من الأشكال الإنشائية ، يمكن أن نُدخل في تركيبها ، العديد من المواد البديلة . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى ، وهي الأهم ، أعطت تبرخ في الآونة الأخيرة ، الحاجة إلى تصميم أشكال إنشائية ، ذات مواصفات خاصة ، نكثنا من استقلال واستقرار إيجابيات مادة الإنشاء المستعملة ، بعيداً عن التأثيرات الضارة ، التي يمكن لتلك المادة ، التأثير بها ، على شكل وطبيعة المنشأ ، بما لها من إستقلالة وثقوة الغالب الأصلي ، الحاصل للمواد الراتنجية ، نتيجة الإجهاد للتواصل ، والحرارة العالية .

2.87 : لسوء الحظ ، ثابته التطورات هذه ، ولم

تعد تستخدم ، إلا على نطاق ضيق ، ولي صناعات هي بطبيعتها ، صناعات ثقيلة ، وتحتاج إلى أموال طائلة ، كصناعة الطائرات وسفن الفضاء على سبيل المثال ، إذ أن الحاجة إلى مقاومة عالية ، وإجزاء حامية من الحرارة العالية أكثر كثافة ، لا نجلها ، إلا في مثل هذه

الصناعات . إن مراجعة كل ما كتب في حقل الميزة والإنشاء ، يظهر لنا بوضوح ، مسألة ما عرضته من أفكار جيدة ، إذ لم تتمتع المقترحات المقدمة ، والساحية وراء توسيع مجالات تطبيق الهندسة الإنشائية ، بنظرياتها ومعطياتها المختلفة ، كونها مقترحات فضلة ، إذ لم تستند الهندسة الإنشائية من تطور الأساليب الصناعية ، ومن المواد البديلة للكشفة حديثاً ، بالقدرة الكافي لكي تتطور خطوات واسعة إلى الأمام . فعل سبيل المثال ، تمكنت الصناعات المختلفة ، من تصنيع الجسور المشابهة بشكلها لحرف «هـ» ، والمسبلة («elbow») ، بتشكيلات متنوعة ، ومن مواد متقدمة ، إذ أمكن إنتاجها من المركبات المليفية ، مستخدمين لذلك أسلوباً صناعياً ، يسمى ، أسلوب البثق ، إذ به يتم تصنيع ألواح مستمرة ، غطيت مسبقاً بسائل الراتنج ، وشكلت ضمن أشكال مناسبة ، تدخل بعدها إلى فرن ناره خاملة ، فتشوى الحاملة وتنضج . يمكن التغلب على التشوهات المحتملة ، والناشئة عن سلوكية المواد الراتنجية ، أثناء تعرضها لإجهادات شدّ مستمرة ، باستخدام عناصر معدنية حافظة ، ذات سماكات

من خلال مركبات الألياف الكربونية ، حلّ للمشاكل هذه ، مستخدمين لذلك ، جداول ليفيّة ، لإنتاج قطع نحيلة ، هي أبعد ما تكون عن التأثير ، بوسائل الطقس المختلفة . إنّ البيزة الهشة ، التي تتصف بها مركبات الألياف الكربونية ، ألا وهي المقاومة العالية لقوى الشد ، تجعل منها ، مادة صالحة لتصنيع الشّافعات ، واكبال التعليق .

رقيقة ، تمحيط بتلك المساحات ، المتروّك تعرّضها أكثر من غيرها ، إلى إجهادات الشد . يمكن أن تشابك الألياف بانحدار واحد ، مشكّلة شبكة تمحيط بالسطح الخارجي ، - للأنايب بمختلف أنواعها . في أمثال التعليقات هذه ، نحتاج إلى معادن ، قادرة على تحمّل ضغط عالية ، نالنج معظمها عن إعادة توزيع الإجهادات الداخلية . إنّ اللدونة التي تتّصف بها المقاطع الحديدية ، والمتشّلة بمرود تلك المقاطع بمرحلة السيلان ، تمنع استمراريّة إضافة توزيع الإجهادات ، وبالتالي تمنع زيادة التشوّهات على مرود الوقت .

- 2.00 : إنّ صواري هيكّلت الإذاعة ، تند مجالاً آخر ، يتيح لنا اكتشاف فوائد استخدام الألياف الكربونية . إذ نستطيع استخدام أنايب مستندة الأطراف ، مصنّعة من مركّبات الألياف الكربونية ، كبديل للمنشآت للمدنيّة المشابهة ، ذات الصبغة المتطابقة . إنّ المشاكل المرافقة لإنشاء صواري هيكّلت الإذاعة ، هي المزيم الكبيرة المترتبة عن الرياح ، ولأن تعرّضها في الطقس البارد والسيء ، إلى ما يدور إلى تمشّد قطعها . هذا ، ويستطيع

● مركبات الألياف الزجاجية :

3.82 : ترفع الألياف الزجاجية المسلحة بمراد بلاستيكية أيضاً ، من نسبة المقاومة إلى الكثافة ، إذ تصل مقاومتها للشد حوالي (355 kg/mm²) . إلا أنه ولسوء الحظ ، تنخفض عوامل مرونة هذه الألياف ، كثيراً عن مثيلاتها الخاصة بالحديد وألياف الكربون ، لذا كانت صلابة المركبات الراتنجية الزجاجية ، تبلغ فقط شُعب صلابة الحديد . على أي حال ، يمكننا تخفيض التشوهات

المحتملة ، عن طريق اختيارات مناسبة للشكل الإنشائي .

3.83 : تصنع من مركبات الألياف الزجاجية ، المخروط الأمامي لطائرة الكونكورد ، أنظر الشكل (٢-٥) ، إذ يعد الجزء هذا ، أكثر الأجزاء تعرضاً للحرارة العالية ، كما تصنع منها قوارب النجاة ، والأجزاء العليا من هوائيات التلفاز ، والتي يزيد ارتفاعها عن متر . (٣٠٠)



عالية . صنع أنف الطائرة من الألياف الزجاجية ، كما صنع الميكل من بعض المركبات الحبيطة الأخرى ، بنية لتقلص وزن الطائرة الإنشائي .

الشكل (٢-٥) : يظهر الشكل طاقرة الكونكورد . تمتد المواد الداعمة في تصنيع أنف الطائرة ، من آثار المواد مقاومة للحرارة ، إذ ترتفع درجة حرارة أنف الطائرة ، أثناء التصليق ، لتصل حدوداً

3.83 : لم يعد يعتمد تسليح مركبات الآلاف الزجاجية، فقط على مواد انتيجية، بل أخذ للصنوع في الأونة الأخيرة، يستخدمون البتون ومركبات الجبس نصف المهدنة، في تسليح مركبات الآلاف الزجاجية تلك. أمكن من خلال مركبات الآلاف الزجاجية المسلحة، تصنيع المكونات والعناصر الإنشائية، كالبلاطات الأرضية للقرطة، والقواعد الداخلية ذات الصفائح المضاعفة، حيث تكون صائغوها، من تطويرها بنجاح، وإن لم يصل ذلك، إلى حد يمكننا من استعمالها تجارياً، وعلى نطاق واسع.

تحاول بعض الشركات الآن، تطوير زجاج مقاوم للمواد القلوية، ليصار إلى استخدامه مع الإسمنت البورتلاندي، وذلك لكي يصبح المركب أكثر مقاومة، ونعال من الشروخ.

3.84 : تعتمد الشركات هذه أساساً، على نثر الآلاف الزجاجية كغبار رقيق، على أن تحمي الخلطة، ما مقداره (5%) من وزنها ببتونا، لتخرج الخلطة هذه صلباً، بما يجعلها صالحة لتستخدم على شكل رذاذ. تترك مكونات الخلطة على سطح يراد طلاؤها، فتكسبها حماية وكتلة

كبيرة. يمكن أيضاً معالجة الخلطة هذه، لتصبح على شكل آلياف. إن كان كمية الزجاج في الخلطة قليلة نسبياً، فإن ذلك يقلص من صلابة الخلطة، ويرفع من مرونتها، إذ يزيد بذلك عامل يونغ، بمقدار (10%) من قيمته الشائعة.

تصنع الأنابيب الصغيرة، باستخدام قوالب تدور على هودها، حيث يرش غليظ من الطين الإسمنتي والآلياف الزجاجية، والقوالب تدور. إن تقنية تحويل الزجاج اللين إلى رذاذ، تستخدم أيضاً في طلي الجدران ذات المقاطع الخفيفة، مما يكسبها طبقة كثيفة، تحول تماماً دون نفوذ المياه، إلى داخل بنية الجدار. تقدم تقنية تحويل الآلاف الزجاجية إلى طلاء أولي، حماية للعناصر المطلقة بها، وتكسبها مقاومة عالية للغاية، تقاها تأثيرات الصدم الآلي، إضافة إلى قدرتها على إكتساب اللدنة المطلوبة، مقاومة عالية، تقاها تأثيرات الحريق. كما يمكن استخدام الآلاف الزجاجية، على شكل ألواح تفتل بها الأسقف من الداخل، لوقاية المنشأة من انتشار الحرائق، أنظر الشكل (8 - 7).

3.05: إن إجراءات التصميم الجديدة هذه ،
 مستعمل على تطوير المركبات هذه ، اعتياداً على الوظيفة
 المراد للزجاج أدائها ، كما تستمر من مقاومتها للثيران ،
 إضافة إلى ما يمكن أن تقلمه مجموعة الألياف المتوازنة
 هذه ، من قدرات تسليحية ، تستغلها العناصر الحاملة ،
 لتقوية مقاومتها لقوى الشد ، فتصل بذلك على حديد

التصلب ، المستخدم في المنشآت ذات المجازات الطويلة .
 3.06: كما في أي مادة تركيبية أخرى ، لا يجوز
 استخدام المركبات الليفية ، إلا إذا كان ما توطن له ،
 لا يمكن المادة غيرها أن تقوم به ، إلا بتكلف إجمالية مساوية
 لها ، أو تزيد عليها .



الشكل (٨-٢) . تستخدم مركبات الألياف الزجاجية ، كمعاصر
 تطل بها سطوح العناصر الإنشائية ، وهي مركبات من خصائصها ،
 قدرتها على البناء طويلاً ، وحاجتها الأكيدة لتلك العناصر ، من
 الصرخس لأحطار الحريق .

● مواد المنشآت المركبة :

6.81: تصنف معظم أنواع المنشآت المركبة ، تحت عنوان أو آخر ، وذلك وفقاً للمواد المكونة لها ، أي أنها تسمى باسم مجموعة المواد الداخلة في تركيبها . يعد البتروك المسطح ، والألواح البلاستيكية المسلحة بالزجاج زجاجية ، شكلين من أشكال المواد الداخلة في تركيب المنشآت المركبة . هذا وسنعرض هنا ، لمحة عن خصائص هاتين المادتين ، وبجملات استخدامها ، كما سيكون هذا الفصل ، بمثابة إلقاء نظرة على المواد المركبة ، وطرق عملها ضمن المنشأة ، كما سيكون بمثابة إشارة إلى أكثر تلك المنشآت شيوعاً .

● تعريف المنشأة المركبة :

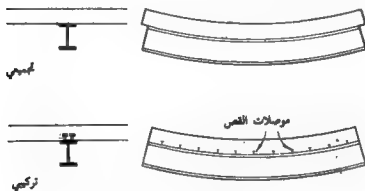
6.82: يمكن النظر إلى كافة المنشآت ، على أنها ، من قريب أو بعيد ، منشأة مركبة ، إذ يمكن أن نعرّفها فهي ، يتصل بمناصر البنية الإنشائية ، بما فيها الحمولات المفروضة ، ومن شأنه إجراء تمييز في مواصفات وسلوكية المنشأة ، مادة مضطربة ، وبالتالي المنشأة المكونة منها ، منشأة مركبة . فعلى سبيل المثال ، يمكن اعتبار مادة الإسكاه المضطربة إلى هيكل المنشأة ، مع مادة هيكل

المنشأة ، مادة تركيبية ، وذلك لكون مادة الإسكاه ، تلعب بشكل من الأشكال ، دوراً في زيادة مقاومة وصلابة المنشأة .

6.83: إن إحدى الطرق المثبتة لتحويل المنشأة ، إلى منشأة اقتصادية ، هي إيجاد وسائل تمكّننا من الاستفادة من كامل المقاومة الدفنية ، ضمن بنية مادة الإنشاء ، والطريقة الأخرى ، وتتلخص بإيجاد الطرق الكفيلة ، بوقف هدر المواد المستخدمة ، في عملية الإنشاء . يمكننا تحقيق الهدفين معاً ، من خلال استخدام عناصر إنشائية متباينة ، لتعمل معاً في تشكيلة المنشأة ، و/أو باستخدام مواد متكاملة الخصائص ، بحيث نستطيع إبداعها ، تمويض النقص الحاصل في الأخرى ، وبذا تقوى المنشأة بإحدى المواد ، إن حيزت باقي المواد ، عن الوصول بالمنشأة ، إلى درجة المثانة المطلوبة . ينبغي أن يتولد عن هذا الوضع للتألف ، ما بين مجموعة من المواد الإنشائية ، ذات المقادير المتباينة ، منشأة مقاومتها أكبر بكثير من مجموع مقومات المواد الداخلة في تركيبها ، فإن لم تكن حصيلة المقادير كذلك ، تنتمي صفة المواد التركيبية عن المنشأة ، لتصبح المنشأة عبارة عن مجموعة من المواد الداخلة ، ضمن تشكيلة البنية ، أنظر الشكل (9-2) .

المباشرة ، إن تمزّجت لها طبقة شريحة من الألمنيوم ، مركبة على قطعة خشبية ، فائدة على تشويبها وحرقها من استقامتها ، كما قد تسبّب انفصالها عن القطعة الخشبية ، عند نقاط الاتصال .

6.66 : من الضروري دوماً ، أن تبقى للوراء المؤلفة للتركيب الإنشائية ، مواداً متنافضة الخواص ، ضمن كافة الظروف ، التي يمكن للمنشأة أن تتعرض لها ، خلال سنوات عمر المنشأة الإستراتيجي ، وذلك لكي تبقى تلك المنشأة ، جزءاً لا يتجزأ من أجزاء المبنى . فحرارة الشمس



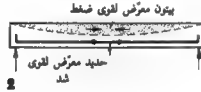
الشكل (٩-٦) : يظهر الشكل مقارنة ما بين العمل التركيبي ، والعمل التجميعي .

• أنواع مواد المنشآت المركبة :

- البيتون المسلح :

Rein: تسمى معظم المنشآت المركبة ، كما ذكرنا ، بأساسه المواد الداخلة في تركيبها ، ومن أشهر تلك المنشآت ، منشآت البيتون المسلح . تتكون المنشآت هذه من مادتين ، الأولى هي حديد التسليح ذي المقاومة العالية لفرى الشد ، وفي حال تحمله لفرى ضغط عالية ، يصبح

مزودة للإلتواء . أما البيتون ، فهو مادة مقاومتها للضغط مقاومة عالية ، بينما تملك مقاومتها لفرى الشد ضعيفة جداً . إن كلفة البيتون رخيصة ، إذا ما قورنت بالإن الحديد ، لذا يمكننا من خلال استخدام المادتين معاً ، توفير المبالغ اللازمة لتسديد أثمان الحديد المعرض لفرى ضغط ، بوضع البيتون مكانه ، ليقوم بدوره في تحمّل قوى الضغط المفروضة ، أنظر الشكل (١٠-٢) . كما أنّ إساحة

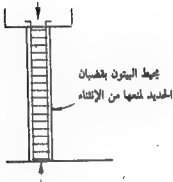


الشكل (١٠-٢) : إن البيتون المسلح ، هو من أكثر الأنظمة رخصاً للتمل الإنشائي للتركيب .

البيتون ، بجديد التسليح للمرض لقوى ضغط ، مساعده في الحفاظ على استقامته ، ويمنع حته الإنتشاء تحت وطأة الضغوط المفروضة ، أنظر الشكل (١١-٢) .
 6.66 : يمكننا تسليح البيتون بمواد أخرى ، كالفيتان الحيزران ، المركبات اللبنيّة ، وبالألياف الزجاجيّة . ولدينا كان يسليح الطين بالفضي ، لإنشاء أكوابخ السكفي ، كما كانت هناك مدناً أقل تطوراً ، اعتمدت على الطين المسلح بالتياتات والحضار مختلف أنواعها ، لإنشاء مساكنها ومأوى الخاضة .

٦. القطع الخشبيّة المصنّعة :

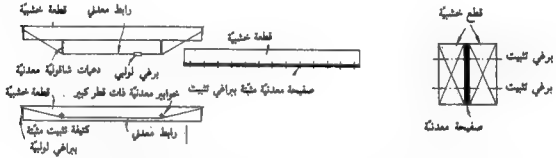
6.67 : قبل أن يصبح استخدام الحديد الصلب أو الفولاذ ، في إنشاء المنشآت شائعاً ، كان الإنشائيون يستخدمون الأخشاب المقواة بمقاطع من الحديد المطروح . استخدمت جسر القطع الخشبيّة المصنّعة هذه بطريقتين : الأولى واعتمدت على تلقى الفولاذ للحمولات المفروضة ، تاركة القطعة الخشبيّة بمثابة حماية لها من الإنتشاء ، والثانية وقد اعتمدت على توزيع الحمولات ما بين المتصمين المتلاحمين مغلين ، حيث تلقى الخشب



الشكل (١١-٢) : يظهر الشكل ، شكلاً آخر من أشكال مفصلات البيتون المسلح .

نصبيه من الحمولة ، تاركاً ما تبقى ، لتلقاه الصفحة الممدّية ، أنظر الشكل (١٢-٧) . هذا ، وعلى الرغم من ندرة استخدام القطع الخشبية للصّفحة في منشآتنا الحديثة ، إلّا أنّها ما تزال لها دوراً في تقوية الأخشاب القديمة ، المتواجدة ضمن تشكيلة أبنية مشادة ، وبذلك نحول دون تراخي تلك الأخشاب ، وبالتالي رفع متانة

المنشأة القديمة .
تشدّ الروابط الممدّية ، ومن ثمّ ننظف بها العناصر الخشبية ، فنضمن بذلك ثلثي الرابط لكامل الحمولة ، أو تترك الصفحة الممدّية على حالها ، لنضاف إلى القطعة الخشبية ، وتثبيت عليها براغي التثبيت ، أنظر الشكل (١٤-٧) .



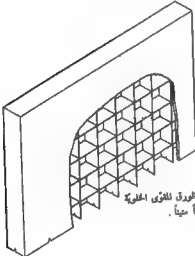
الشكل (١٤-٧) : يظهر الشكل الأساليب الثلاثة لتقوية أخشاب بناء متداد ، باستغلال العمل التركيبي للمعدن .

الشكل (١٣-٧) : يتألف جسر الناطقة الخشبية للصّفحة ، من مادتين تركيبيتين ، هما الحديد والأخشاب .

تستخدم مطروح للمواد هذه ، كسطوح إكساء نهائية تركيب على الفواصل والجدران الداخلية ، كما هي دون معالجة ، أنظر الشكل (١٦-٢) . يمكننا أيضاً بشكل مشابه ، أن نجعل امتداد تلك الألواح الرقيقة أكبراً ، بإصالتها على شرائح خشبية ، شريطة أن تكون المسامير والفراء المستخدمين في وصل الفراء ، من النوعية الجيدة .



الشكل (١٥-٢) : يظهر الشكل طريقة تركيب جداري معدنية ، على بلاطات من الصوف الحشوي ، بزيادة مقاومتها .



الشكل (١٦-٢) : يظهر الشكل باتوجهات الورق للقرى الخشبية والورق الجص ، لتأخذ مماً عسراً تركيباً مبنياً .

٥- البلاطات والباتوهات :

٥.٥٥- : يولّف الفعل التركيبي ، من طريق تسليح بلاطات الصوف الحشوي المستخدمة في إكساء الأسطح ، بجداري معدنية ، حيث تزيد المجرأة المعدنية من مقاومة التركيبة لمزوم الإقتناء ، بينما يحول الصوف الحشوي دون الفتال البلاطات ، أنظر الشكل (١٥-٢) .

٥- ألواح الخشب المضغوط :

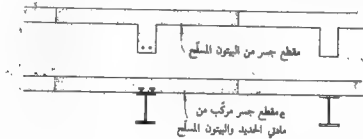
٥.٥٥- : تتألّف قشرة عشب اللاتية هنا ، قوياً الشد والضغط المعرض لها الحافز الحشوي ذي القلب الخشن . تتغلل الحموله على طول الوسط الأساسي ، المؤلّف من الشفارة المخلوطة بكمية من الفراء اللاصق .

٥.٥٥- : شاع مؤخراً استخدام الباتوهات المخلوطة ، والمشتكة على شكل قفص البيض : في إكساء الحديد من المنشآت الخشبية . تتألّف هذه الحوافز من قشريتين من ألواح الجص ، وهي ألواح يحدّها ذاتها ، ألواح تركيبية ، تفصل بينها ألواح خشبية من الورق المقوى .

١٠ - الألواح البلاستيكية المسلحة بالألياف الزجاجية :

١٠-١ : تشابه الألواح البلاستيكية المسلحة بالألياف الزجاجية ، البيتون المسلح من عدة وجوه ، إذ تقوم جداول الألياف الزجاجية ، بتقوية النسيج الراتنجي المش ، وجعله أكثر مقاومة لقوى الشد ، هذا ، وأن اللثة يحد دائما ، تعمل عمل المواد التركيبية ، إذ يمكننا استخدامها ، كإتومات إكسايك ، تقوى بها عناصر الهيكل الإنشائي ، انظر الشكل (١٣ - ٢) .

١٠-٢ : يمكننا استخدام أشكال المواد التركيبية هذه ، دون أن نكون لدينا علفية معرفية صميمة ، بطبيعة تلك المواد . توجد حل أي حال ، شكلان من أشكال الشبكات التركيبية ، نستخدمها بكثرة في أبنيتنا المعاصرة ، وهما منشآتان أو ساندان تركيبيتان ، لا يحد من دراسة وفهم طبيعتها ، إن أريد استخدامها : أولاهما وتحت منشآت البيتون المسلح المحمولة على عناصر معدنية ، وثانيها المواد البتالية المسلحة بالحديد الإنشائي ، أو المحمولة على دهالم من البيتون المسلح .



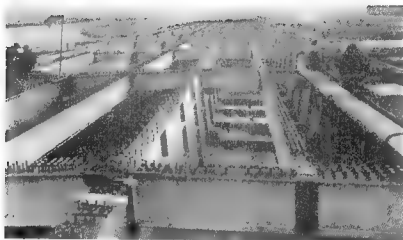
الشكل (١٨ - ٢) : البلاطة صولة على جسر بعمق سائل .

الشكل (١٨ - ٢) : بعم : البلاطة صولة على جسر معطي ، مشكبان معاً ، عسراً تركيبياً متباً .

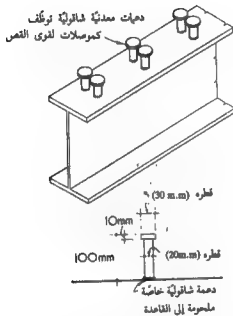
الشكل (١٨ - ٢) : يظهر الشكل لرضية من البيتون المسلح .



الشكل (١٣-٢) : أنقى المبنى الموضح في الشكل هذا ، من النوع
 بلاستيكية مسلحة بالحديد زجاجية ، وهي مادة كبريتية بحد
 ذاتها ، تصف بنافستها العالية للفتحات الطقس . جمدت هذه
 المادة ، جمدت تركيباً إلى مادة الحطب ، مما أتاح لنا الإستعداد بها ، إلى
 مساللت ومجازات واسعة .



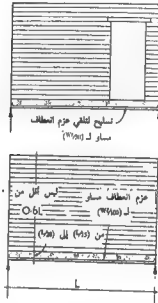
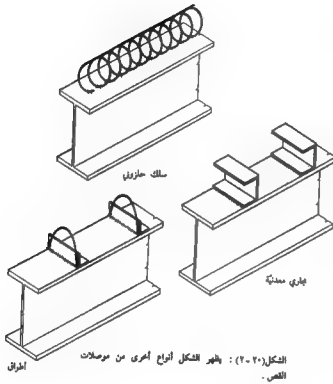
الشكل (١٧-٢) : يظهر الشكل كيفية تليث الدخانات الحديدية
 الدخانية ، على سطح الجسر المائي ، بنية الحصول على العمل
 التركيبي ، التمثيل بتوزيع الدخانات على كل من الواجهة البينية ،
 والجسر المعدني الحامل .



الشكل (٢-١٩) : تفكّل الدعامات للمدبجة الشقوقية ، موصلات قص ، تربط ما بين الجسر والبلاطة المسلحة ، للصورة على الجسر المدني .

- البيتون المسلح المحمول على دعامات معدنية :

6.13 : إنّ الشكل الشائع للمنتهة هذه ، هي التي على شكل بلاطات من البيتون المسلح ، محمولة على إطار هيكلي من الصلب . تصمّم الجسور ، عندما يكون البناء بالكامل من البيتون المسلح ، على شكل جسور مشابهة في شكلها لحرفه طه ، مع بلاطات تعمل كشفاة مضغوطة ، ممتدة ما بين الأعمدة ، أنظر الشكل (١٨) - ٢ - أ . يمكننا بنص الطريقة ، باستخدام بلاطات من البيتون المسلح ، محمولة على جسور معدنية ، شكلها مشابه لحرف طه ، أنظر الشكل (١٨) - ٢ - ب . في معظم الحالات ، لا بدّ من تزويد التركيبة ، برباط ميكانيكي ، يوضع ما بين الجسر والبلاطة ، وظيفته تلقي قوى القص الأفقية ، ولذا تصبح التشكيلة ، تشكيلة تركيبيّة ، تعمل بزوج واحدة . لتحقيق ذلك ، نصنع الموصلات الحاملة للقوى القص ، على شكل دعامات شاقولية ملحومة على السطح العلوي للجسر ، ومحموسة ضمن بيوتن البلاطة ، أنظر الأشكال (١٧) - ٢ ، و (١٨) - ٢ - ب . هناك طرق بديلة ، نرى توضيحاً لها في الشكل (٢٠) - ٢ .



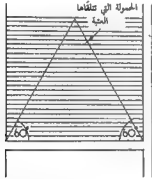
الشكل (٢٢-٢): يظهر الشكل أنواع تصميم البتومات الخشبية، المربعة على جسر من البتونات المسكجة .
 الشكل (٢٢-٢): حالة البتومات المسكجة .
 الشكل (٢٢-٢): حالة قوايرد فتحات ضمن البتوة الجداري .

- الكتل البنائية المحمولة على دهائم من البعوض المسطح :

6.14 - يعتمد أسلوب التصميم التقليدي ، للحنية الحاملة لجدار بنائي ، على الافتراض مقتضاه ، أنَّ الحنية تقوم بتلقي الحملات المفروضة ، على جزء مثالي الشكل من الجدار ، قاعدته قاعدة الاستناد ، وواسه ذروة الجدار ، أنظر الشكل (٢١-٧) ، بينما تبقى الكتل الجدارية الواقعة خارج المثلث هذا ، بمثابة قوى ضغط ، تتلقاها الأعمدة الجانبية . إلا أنَّ الأبحاث الجارية في الملقدين الماضيين ، قد أكدت على وجود الفعل القوسي ، المشتمل على الفعل التركيبي ، والمقسم بدوره إلى فعلين ، الأول ويمثل بقوى الشد التي يتلقاها الجسر ، والثاني ويمثل بقوى الضغط ، التي يتلقاها الجدار أو جزءاً منه . وبما أنَّ معظم ارتفاعات البنايات الجدارية ، تعادل مجازات أو أطوال الجدران هذه ، فإنَّ من الخطأ تطبيق نظرية العزم الكلاسيكية الموضحة في الجزء الثالث . يستخدم لحل هذه المسائل ، نظريات تجريبية ، تعتمد التجربة في استنباط قوانينها .

- 6.15 : بالمقارنة مع منشأ البتون المسلح ، لا

تجد هنا ما يدعو إلى تركيب رابط خاص ، ما بين الجسر والبنايه الجداري ، ولا إلى اتخاذ تدابير خاصة ، أثناء إنشاء الكتلة البنائية ، إذ يمتص الفعل التركيبي ، بسرعة تزايد وزن الكتلة البنائية .



الشكل (٢١-٧) : يظهر الشكل الفعل التركيبي ، المفرد ما بين البنايه البنائي ، والإطار البعوضي . تعد مساحة جدار البنايه الخارجة من خطوط مثلث التماس ، بمثابة حركه يتركزها الأعمدة الجانبية .

6.16 - ينبغي في كل الأحوال ، أخذ تأثيرات فتحات التوافد والأبواب ، التراجدة ضمن الكتلة الباثية : بمعنى الإختيار . يتولد فعل تركيبي ذي شأن ، إن كانت هناك فتحات واسعة ، إلى جوار الدعامات الحاملة ، في حين تتضائل تلك التأثيرات ، إن كانت الفتحات ، فتحات صغيرة ، والفة إلى جوار منتصف المجاز .

6.17 - إن قواعد التصميم لمجاز طوله (L) ، أنظر الشكل (٢٧ - ٢) ، هي كالآتي :

١ - ينبغي أن يكون الارتفاع الأصغري للجدار مساوياً لـ (Lx0.6) .

٢ - ينبغي أن يكون عمق الجسر ما بين $\left(\frac{L}{20}\right)$

و $\left(\frac{L}{15}\right)$.

٣ - ينبغي أن يصمم تسليح الجسر ، على أساس أنه

معرض لعزم انعطاف مقداره : $\frac{W\ell}{100}$: إن كان

الباتوء مستويًا ، أو كانت الفتحات فقط ، عند منتصف

المجاز . و $\frac{WL}{50}$: إن كان الجدار حائراً على فتحت تقع إلى جوار الدعامات الجانبية .

٤ - ينبغي أن يحدد للقطع المعيني ، المستخدم حوضاً من جسر البتون المسلح ، ضمن البتون ، وعندها يصمم المقطع لتحمل عزم تساوي $\frac{WL}{50}$.

٥ - إن كانت الحملات المتحركة ، من السقف مثلاً ، قد تحركت إلى حولة مركزة ، تلغ عند منسوب الجسر ، فإن من الضروري هنا ، ربط الجسر إلى الباتوء المتواجد في الأعلى ، بقطعة ما ، قادرة على تمييز العنصر ، وجعله أكثر قدرة على تحمل قوى الشد . تركيب شرايع من الحديد المبسط ، للربط ما بين الوصلات الشاقولية ، أو توضع قضبان حديدية ، لهذا الغرض ، ضمن فجوات الكتل الجدارية المرفوعة .

الفصل الثالث

• مواصفات المنشآت بأشكالها الجديدة

● المقدمة :

ستتناول في الفصل هذا ، انكاسات الجهود المبذولة هذه ، ومساهماتها في تطوير شكل المنشأة . كما سيُبين لنا ، ومن خلال أمثلة واقعية ، الإنطلاقة الكبيرة ، التي شهدها حفل الإنشاء ، حيث أصبحت تشاد الأبنية ، استجابة للعديد من الإحتياجات الإنسانية الجراحية ، مسيرة بذلك ، حتى أحلام المهندسين ، وعقيدة هيكلمات ، كانت إلى أمد قريب ، من المستحيلات التي يتملر تنهلهما .

تناولنا في الفصل الأول ، كيفية التغلب على معظم الميقات البيئية والعملية ، التي تحول دون وصول شكل ومثالة المنشأة ، إلى ما نطمح به كمعماريين . كما تناولنا في الفصل الثاني ، الجهود المبذولة لتطوير واكتشاف مواد جديدة ، تساهم في عملية تطوير شكل المنشأة ، وتطويرها لخدمة أغراض ، فرضتها تطورات الحياة .



● الجسور :

ما يكفل للمشاة ، التصدي لقرى الإنشاج ، التي يمكن أن تتعرض لما الصفائح المعدنية عالية الإجهاد .

- 1.02 : توضح بنية الجسر التخطيطية أيضاً ، العلاقة الداخلية الرابطة ما بين القياس ونظام الإنشاء . تستخدم العديد من العناصر الحاملة ، إضافة إلى الرواليد الحاملة ، إن زادت المسافة ما بين الأعمدة الحاملة من (٣٠٠) متراً . لأن كان المجاز مثلاً ، محصوراً ما بين (٣٠٠ لـ ٥٥٠) متراً ، تتطلب ذلك ، شبكة من الرواليد الظرفية ، ومجموعة من الأقواس المعدنية . بينما إن زاد المجاز عن (٦٠٠) متراً ، فإن ذلك سيدهونا إلى استخدام نظام تعليق شامل . تتخذ الجسور ، التي تزيد مجازاتها عن (١٤٠٠) متراً ، محطّة على أكبر معدنية ، حيث تبقى حرة ، لا قيد عليها . في ضوء غياب أيّ حولة خارجية مطيعة ، يمكننا نظرياً الإبتداع بالجسر إلى مسافة (٣٥) كم ، مستخدمين لذلك ، أسلاك معدنية ذات مقاطع ثابتة ، وفقرتها تساوي (200 Kg/cm²) . ووفقاً لبعض النظريات الإنشائية ، يمكننا جعل المجاز يمتد إلى مسافة تزيد عن (١٠٠) كم ، مستخدمين الأسلاك ذاتها ، ولكن بمقاطع معاكسة .

- 1.03 : يظهر التطور في تصميم الجسور ، وربما أكثر من أيّ مجال آخر ، من مجالات التصميم الإنشائي ، كيف أمكن الوصول إلى أشكال جديدة ، من خلال اكتشافات حديثة ، تناولت بالتطوير مواد وأساليب الإنشاء التقليدية . تولدت الخبرة ، نتيجة الحاجة إلى تطوير بنال منشآت عاجزة عن أداء وظائفها ، ونتيجة للوصول إلى معلومات ذات قيمة ، تناولت أساليب التصميم . أظهرت الكثرة التي أدت إلى إختيار الجسر الحامل لسكة قطار عام ١٨٧٩ ، أهمية قوتق الرياح ، وأهمية تأثيرها على الجسور الحاملة . كما أكد إختيار للمرات الشبيكة في عام ١٩٤٠ ، أهمية تجربة الانفاق الموائمة ، والتي أصبحت اليوم ، من الممارسات المعاكسة ، التي تجري قبل تصميم وإنشاء الانفاق بمختلف أشكالها ، لقد أقتت الشروح الناشئة عن سوء لحام الحديد عالي المقاومة ، إلى إختيار أحد الجسور ، بينما تظهر الإخبارات الحديثة للجسور ذات الموارض الصندوقية ، المصنعة من صفائح معدنية ، الحاجة إلى إختيار أساليب التصميم والإنشاء بعناية أكبر ،

الوصول إلى مجازات تزيد عن (١٤٠٠) م . تطبق عوامل مشابهة ، لإنشاء الأبنية العالية والأبنية البريكة . فعمل سبيل المثال ، يمكننا الوصول إلى ارتفاعات تزيد عن (٥٠٠) متراً ، إن استخدمنا صواري ، لنسب مقاومتها إلى وزنها عالية ، ومشادة على أكيال معدنية ، أنظر الشكل (١ - ٣ - أ) والشكل (١ - ٣ - ب) .



الشكل (١-٣-ب) : يظهر الشكل برجاً معدنياً اسطوانياً الشكل ، يصل ارتفاعه إلى حوالي (٤٢٠) متراً .

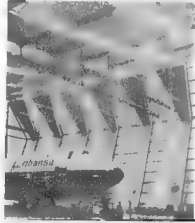
لا بد ، للحصول على قوى أصغر ، من ترك الأكيال تتدلى حرة ، وفق منحنى السلسلة الخاص بها ، بحيث تكون مسافة تدلي الأكيال ، تعادل ثلث مسافة المجاز ، وهذا ما يدفعنا إلى بناء أبراج حاملة للأكيال ، إن كان جهاز الجسر كبيراً . لقد أتاحت لنا عناصر التغطية الرقيقة ، المخصصة لتغطية المساحات ، المستخدمة لعمود السيارات والمشاة ، وكذلك الأكيال عالية المقاومة ،



الشكل (١-٣-أ) : يظهر الشكل برجاً مستطلياً للثلاثي والتشعبي ، وهو عبارة عن برج يتكون من عمودين ، عمودين ، يشكل البرج هذا ، واحداً من أكثر الأشكال ارتفاعاً في بريطانيا ، إذ يصل ارتفاعه إلى حوالي (٣٦٠) متراً .

• مجازات الأحزمة البيتونية المضغوطة :

- 1.03 : تمّد حظيرة طائرات الجاهو ، للوضحة في الشكل (٢-٢) ، واحد من أضخم الأبنية ، المعتمد



الشكل (٣-٣) : يظهر الشكل حظيرة لطائرات اليرونغ (٧٤٧) ، وهي منشأة ألبد سلفها من عناصر خفيفة ، تكّلت واثق منتهيها الطبيعي ، استُسي منهي السلسلة ، عل طول مجاز ، يمتد إلى مسافة (١٣٥) متراً ، تدعّمها أكيال مبنية على أطر مشامة من البيتون مسبق الإجهاد .

إنشائها عل الأطر البيتونية ، إذ يعمل مجازات جسورها إلى حوالي (١٣٥) متراً . هذا ، ولم تصل إلى اليوم ، إلى الحدّ النظري الممكن لهذه المجازات ، إذ افترض البروفسور (Pasterwaiser) ، إمكانية الوصول ببلد الطريقة ، إلى مجازات تزيد عن (٤٦٠) متراً ، بينما أوضح الواقع التنهلي ، أنّ جسر المشاة ، المشاد في ألمانيا الغربية ، معتمداً عل المبدأ هذا ، بلغ مجازه الأعظمي حوالي (٤٢) متراً فقط ، أنظر الشكل (٣-٣) .

• الكيل الحامل للجسور البيتونية :

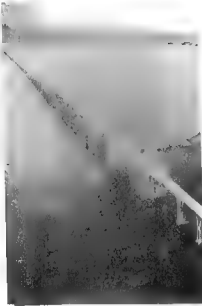
- 1.04 : يوضّح الشكل (٤-٣) ، أطول مجاز رئيسي متّخذ حقّ الآن ، لجسر بيتوني عمول عل أكيال معدنية ، إذ بلغ مجاز الجسر (٢٨٢) متراً ، مما جعله ثالث أطول مجاز بيتوني في العالم . يندمّر الشكل هذا من الجسور المملّقة ، بدعّمتين بيتونيتين ، تشكّلان بوابتين ، تتخلّدان لنسبها شكل حرف (A) ، ويأبها دعامة لها سالتون مائلين ، يقربان بعمل وسط أرضية الجسر . تعمل أطراف أرضية الجسر من الأمام ، عل زوج من أكيال التعليق ، ومن الخلف عل زوج آخر منها . اتبع في بناء الجسر هذا ، أسلوب التشكيلات الظرفية المتحركة ، وهو



الشكل (٣-٣) : يظهر الشكل جسر مشاة ، مؤلف من أرضية
مشاة من البتون مسلح الإجهاد .



الشكل (٤-٣) : يظهر الشكل شويجا جسر يهوي معلق على
أكبال ، يبلغ المجاز الرئيسي للتمولج هذا ، حوالي (٢٨٢) متراً .



الشكل (٧-٣) : يظهر الشكل جسراً مؤلفاً من جوائز وبلاطات
بيزترية مسطحة للصب ، وأخرى مسطحة الإجهاد . يمتد الجسر لمسافة
تسعة كيلومترات ، موزعة على خمسة عوارض رئيسية ، كل منها
يساوي (٢٣٥) متراً ، تنتهي من طرفيها ببلاطات محدولة على قواعد
معمورة ضمن أرضية حوض المياه هذا .

أسلوب مناسب للوصول ما بين هضبتين تطلان على كثفي
واد سحق . يوضح الشكل (٧-٣) ، إحدى التطبيقات
الشائعة للجسور البيزترية ، المعمولة على أكبال التعلق .
وكما نلاحظ ، يمتد الجسر هذا ، عترياً النهر ، مسافة
تقارب بامتدادها التسعة كيلو مترات ، وتغوص دعامته في
الأرض الطينية ، مسافة تتراوح ما بين (٣٠ لـ ٤٥) متراً .
يتألف الجسر هذا ، من خمسة فصحات رئيسية ، جهاز كل
منها (٢٣٥) متراً . لقد اختير الشكل هذا ، بدلاً من
مشاة معدنية ، لتكون كلف صيائه ، تقل كثيراً عن
مثيلها ، من المنشآت المعدنية .

● الأكبال الحاملة للجسور المعدنية :

٥٥ - : لقد انتشر هذا الأسلوب من الجسور كثيراً
في ألمانيا ، بعد الحرب العالمية الثانية . امتازت الجسور
هذه ببساطتها ، وعظمة وزنها . تتألف الجسور هذه ، من
مشاة صندوقية خفيفة ، على شكل شبه منحرف ، حمولة
على أبراج متفصلة ، بواسطة أكبال مفردة . تصل
المجازرات الرئيسية للجسور هذه ، إلى حوالي (٢٣٠)
متراً ، كما يمكن أن تصل إلى حوالي (٦٠٠) متراً .

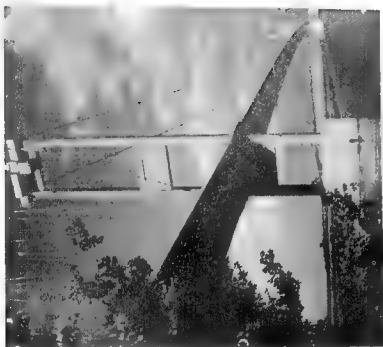
• المصاطب المصدقة :

- 1.06 : لقد طرأ على أسلوب تصميم جسور التعليق التقليدية ، تغيرات أساسية ، في السنوات الأخيرة ، نتيجة ظهور واكتشاف إمكانيات المصاطب المصدقة خفيفة الوزن ، ظهور تقنيات تنبؤية متطورة ، بما فيها إمكانية عمل نماذج مشابهة ، ونمريتها وهي خاضعة لظروف مشابهة تماماً للظروف الواقعية ، وأخيراً نتيجة لإدخال الحاسب في العمليات الحسابية ، مما مكن من حلّ جليّ إشكالية ، كان يستحيل سابقاً ، أو يصعب حلّها .
 يوضح الشكل (٥-٣) ، مثلاً نموذجياً لتصميم معاصر .
 أنجز التصميم واستكمل تنفيذه عام ١٩٦٦ ، ولقد بلغ مجازه (٩٧٢) متراً ، وكان وزنه خفيفاً بشكل يلفت النظر ، إذ بلغ وزن المتر الطولي منه أربعة آلاف كيلو غرام ، مقابل (٥٠٠٠٠) كيلو غرام ، للجسر المماثل في نيويورك ، أنظر الشكل (١٠-٣) ، والبالغ مجازه (٢٨٠) متراً ، وهو الجسر الذي يعدّ من أكبر الجسور المعلقة مجازاً .

لقد تمّ الاستغناء ، نتيجة نقصان الخلال في الوزن الذاتي للجسر ، عن الصالح العدديّ عالية المقاومة ، المركبة على كلا برجي التعليق . والأهم من ذلك ، فمكّنتنا من تقليص سبابة المصطبة المصدقة .



الشكل (١٠-٣) : يظهر الشكل جسراً المصنوع في نيويورك عام ١٩٦٦ ، يبلغ مجازه الرئيسي حوالي (١٢٨٠) متراً ، وتعدّ المسافة حله ، واحدة من أطول مجازات الجسور المعلقة .



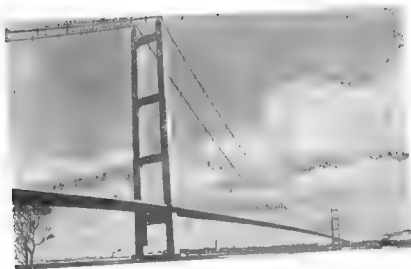
المتكبر - ٣٠ : ظهر الشكل جسر *passage* ، الممتد على
 عام ١٩٦٦ . بدأ بمرط ، فربما جسر لثابت لورينج على
 خط الأوتوكست للصناعة . بلغ الجسر الفرنسي الجسر حوالي
 (١٩٦٦) مراً ، فقرر أن يغطي به حوالي (١٠٠٠) كم ، وهو
 واد يسكني ($\frac{1}{11}$) من وزن كل الطريق الجسر الفرنسي
 في الشكل (١٠-٣) .

تعرّضت النماذج الضخمة للنماذج الحقيقية ، إلى كل ما يمكن أن تعرّض له النشأة ، وهي على أرضية الواقع ، إذ جرّبت بروج التخليق ، ودرست متطلبات ثباتها ، فيما لو تعرّضت لرياح المنطقة ، كما درست في حالة الوقوف الحر . درست أيضاً تفاصيل التشغيل ، وحلّت الإمكانات والإجراءات الواجب اتخاذها ، إذ درست إمكانية طفو وحدات أرضية الجسر ، كما درست تأثيرات الرياح عليها ، أثناء عملية رفعها وتثبيتها في مكانها المناسب ، أنظر الشكل (٣-٨) .

١.٥٧ : ما زالت إمكانية زيادة مجازات الجسور ، نصب أمين إنشائي الجسور ، فقد حاول إنشائيو الجسور ، تقليد جسر «Severn» بإنشاء جسر «Humber» على شكله ، من حيث أسلوب الإنشاء ، وخالف له من حيث امتداد مجازة الرئيسي ، إذ بلغ مجاز جسر (Humber) الرئيسي حوالي (١٣٩٦) متراً ، وهي مسافة تشكّل (٤٠٪) من الطول الإجمالي للجسر ، أنظر الشكل (٣-٦) . انتهى في عام ١٩٥٠ ، جسراً بمجاز رئيسي وصل إلى حوالي (١٥٢٤) متراً ، ومؤخراً لحمل طريق وسكّتي قطار . كما اقترح أحد الإنشائيين ، بناء



الشكل (٣-٨) : يظهر الشكل جسراً قيد الإنشاء ، حيث توضع اللقطة ، كيميّة رفع للقطع ذي الشكل الصندوقي ، بهدف إطلاق الجواز الجبهي .



الشكل (٦-٣) : يظهر الشكل الجسر المسمى «Bix Creek» ،
وهو ما زال قيد الإنشاء . يبلغ المجرى الرئيسي للجسر حوالي
(١٣٩٦) متراً ، وقد استعملت في إنشائه ، البلاطات المعدنية
المصنعة



الشكل (٩-٣) : يظهر الشكل ، النموذج المقترح للجسر المعلق ،
لتراد إضاءة حل القناة الإنكليزية . صمّم النموذج المقترح عام
١٩٧٣ .

جسر معلق حل القناة الإنكليزية ، يبلغ طوله حوالي ستة
وثلثين كيلومتراً ، أنظر الشكل (٩-٣) . يصل المجاز
الرئيسي للجسر المقترح ، حوالي (٢٤٠٠) متراً ، وذلك
لإتاحة المرور السهل ، للسفن العابرة للأزقة ، ذات المياه
العميقة . حوتى التصميم حلاً بديلاً ، اعتمد حل
الاستفادة الإيجابية ، من مبدأ طقو المواد القابلة للطفو على
سطح الماء ، وهو حل مناسب للمناطق المعرضة للزلازل
الأرضية . يعتمد الحل ، حل ربط الجسر ، بسلاسل
وأكبال حديدية ، إلى قاع حوض المياه ، أنظر الشكل
(١١-٣) .

١.٥٥ : كما رأينا ، يعتمد تحديد مجازات المنشأة ،
بشكل رئيسي ، حل نسبة المقاومة إلى الوزن ، كما رأينا ،
لكل مادة شكلاً أمثل ، يمكن لها أن تتشكل حل هيئته ،
فالأقواس شكلاً مناسباً للبترول ، والأشكال المدلاة ، هو
الحل الشكل المناسب للمادة الحديد .

لم يصل البترول والحديد بعد ، إلى جهازاته النهائية ،
وليس من المحتمل ، حل المبنى المنظور ، وصولها إلى
الطول الأعظمي لها ، خصوصاً وأن مجالات الاستفادة من
مواد تقلل من نسبة أوزان تلك المواد ، وترفع من

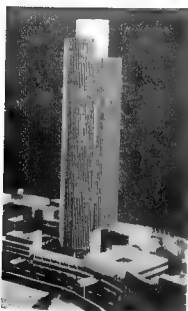
مقاومتها ، ما زالت محلاً لتطوّرات سريعة . لقد أثبت الحديد في السنوات الأخيرة ، على قدرته على زيادة اقتصاديّة المنشأة ، من خلال تطوير أساليب إنشاء الجسور المصنّقة ، وسبائك الحديد الذي نستطيع به ، وصل الجزء الواقعة في عرض البحار ، بالأرض اليابسة ، من خلال جسور مرفّعة ، تستوعب وسائل النقل بمختلف أنواعها .



الشكل (١١-٣) : يظهر الشكل ، الجسر المقترح لعبور قناة مائيّة ، وقد اشترك الإقتراح هذا ، مسابقة أجريت لهذا الغرض ، وكان بها عام ١٩٧٠ . يستفيد الجسر في إنشائه ، من خاصيّة طفو الأجسام ، ممّا دعا المصمّم إلى ربط الجسر ، بأكيال معدنيّة قويّة ، مشدودة إلى لواح القناة .

● الأبنية العالية :

- 2.01 : قام الإنشائيون في السنوات الأخيرة ، بمحاولات مستمرة ، غايتها التوصل إلى أساليب فعّالة ، تساعد على تنفيذ أبنية عالية . تلقف مصعوبات ترخيص مثل هذه الأبنية ، حاجر عثرة في طريق تقدّم أساليب تنفيذها ، فمعظم أنظمة بناء الدول الأورويّة ، وبريطانيا على رأسها ، تلعب شروطاً قاسية على من يريد الاستناد بمنشأته شاقولياً ، مسافة تزيد عن (١٦٠) متراً . صمّمت العديد من الأبنية ، التي يتراوح ارتفاعها ما بين (٦٠) لـ (١٢٠) متراً ، وشاع تنفيذها في مختلف المدن الأورويّة . ويضفي المبنى الرئيسي ، من مجملّ بنك ويستمنستر الوطني ، والمراد إنشاده في مدينة لندن ، والذي يصل ارتفاعه إلى حوالي (٢٠٠) متراً ، وإحدى من لإستنادات الغليظة ، التي وافقت عليها بلديات المدن الأورويّة ، أنظر الشكل (١٢-٣) .



الشكل (١٦-٣) : يظهر الشكل لبرنامجاً للحي الرئيسي لبيك ويستمنستر ، والذي يبلغ ارتفاع كتلة الرئيسة حوالي (٢٠٠) متراً

٢.٠٢ : حكست أساليب إنشاء الأبنية ، التي يزيد ارتفاعها عن خمسة وأربعين متراً ، في العشرينات والثلاثينات من هذا القرن ، جعل التوسع الذي طرأ على أساليب الإنشاء التقليديّة . هذا ، ولقد كان لارتفاع كتلة الأرض الممنّعة للبناء ، في المدن الرئيسيّة ، والحاجة إلى الاحتفاظ بمساحات واسعة مفتوحة ، تتخصّص للحركة ، ونشر الحدائق الممنّعة على منسوب الأرض الطبيعيّ ، الرأ كبيراً ، في الحثّ على استنباط أساليب تصميم وإنشاء جديدة ، تلبّي ما استجدّ من متطلبات وظروف موضوعيّة ، أخذت تفرض نفسها ، على مجتمعات ما بعد الحرب . استفادت التطورات الحديثة ، من مجموعة تقنيّات استجدّت ، فذكر منها :

١ - استخدام البتون مسبق المزج ، على مواقع محصورة ، مشتركة ضمن حدود المدن الرئيسيّة . كما استخدمت نوصيات من البتون عالي الجودة ، يمكن إنتاجه بكميّات وفيرة .

٢ - تصميم وتطوير قوالب فعّالة لعصب البتون ، كالقوالب المدمنيّة ، والقوالب المنزلفة ، بالإضافة إلى استنباط الكثير الآخر من الطرز والأساليب ، المساهمة في عملية تسريع تجميع قوالب العصب .

٣ - إيجاد أساليب وتقنيات جديدة ، الغاية منها ، صب البيتون المسبق ، سواء أكان ذلك ضمن مصانع متخصصة ، أو ضمن حدود موقع العمل . تتوارث التقنيات وأساليب التصنيع هذه ، عناصر الإنشاء ، والعناصر المستخدمة في عمليات إكساء الأبنية . استجبت أيضاً مواد وأساليب ، الخلف منها تسريع عملية التصليب ، ووصول المنصر إلى مرحلة التجفاف الكامل ، مما يسرع من عملية مواصلة الصب والإكساء .

٤ - ابتكار منشآت صممت وأُشيدت ، بناء على بلى تركيبية ، استغنت بها عن إضاءة السقالات التقليدية المستطلة . كما طُوِّرت السقالات المعلقة ، لتصبح عبارة عن منصّات أو هيكات أمينة . تعمل وتثبت في مواقع مختارة ، بواسطة القفزة الكهربائية .

٥ - استخدام المعالجات على البارد والساخن ، لتعزيز مقاومة حديد التسليح على الشدّة ، كما تمّ استخدام هجرات ضمن البيتون ، يجرى منها قضبان مسنّنة ، لتزيد في عملية وصل أجزاء المنشأة بعضها ببعض ، مستفيدين من القدرات العالية لبراهي التوصيل .

٦ - الاستخدام الأمثل للمنشآت المعدنية ، والتي تعتمد في بنيتها على ما أتبع لنا من حديد عالي المقاومة ، وما صمّمته المصانع الحديثة ، من مقاطع انتشرت على نطاق واسع ، تلك من المواصفات ، ما لم يحصل الحديد في أيّ وقت مضى . كما استخدم البيتون المسلح بتقنيات عالية .

٧ - تمّ استخدام عناصر الإكساء ، ذات الوزن الخفيف ، والمقاوم لانتشار الحرائق .

٨ - تطوّر وسائل التحليل الإنشائي ، إذ أصبحت تستخدم التوافيق والجداول الإنشائية ، إضافة إلى استخدام الحاسوب الإلكتروني ، مما سهّل حلّ الحديد من المنشآت المعقّدة ، أنظر الشكل (١٤ - ٣) .

٩ - تمّ استخدام الرقائق والأوتاد ، ذات الأقطار الصغيرة .

٢٠٠٥ : تنصب جهود مطوري أساليب الإنشاء ، باتجاه تنمّي الأساليب المعروفة ، ومحاولة تطويرها ، أكثر من كونها محاولة لاكتشاف مفاهيم إنشائية جديدة . إنّ المنطق المتحكم في أساليب الإنشاء ، والتي منها محاولة الحفاظ على نشاطات معينة ، كحسب الأرضيات البيترونية على الموقع ،



الشكل (١٤-٣) : يظهر الشكل ، التوزيع الكهربائي المستخدم في اختيار ردود فعل الشبكة ، تجاه الحمولات المفروضة .

قاد إلى ابتكار جديد ، أسَّس المعاري (أكثر) ، والذي يعتمد على تقنية رفع كتلة الروافع ، والتي استخدمت لأول مرة ، في إنشاء كتلة بناحية ، مؤلفة من سبعة عشر طابقاً ، وكان ذلك عام ١٩٦٤ .

يصب السقف بواسطة جيل يدوي ، يوضع على منسوب الأرض الطبيعية . يمتد للجبل اليدوي ، الحاري على حجرة خلط البيتون ، بمناصر البيتون الثلاث الرئيسية ، حيث يمالج داخل الحجرة هذه ، قبل رفعه إلى مكان الصب ، بواسطة روافع هيدروليكية . توضع الروافع أسفل الجدران الواقعة في وسط كتلة البناء ، لتقوم برفع البيتون ، من منسوب الأرض الطبيعية ، إلى منسوب الطابق الأول . تُشاد أرضيات الطوابق المتكررة بمعدل . مستخدمين لذلك الجبالة اليدوية ذاتها . يصب الطابق الثاني ، وتقدر فيه خرقة لاستيعاب أدوات صب البيتون ومواده ، لكي يتسنى صب الطابق الأعلى ، وهكذا إلى أن يصل المبني ، إلى ارتفاعه الكامل .

• مشكلة الثبات والثبات :

2.06 : تتطلب الأبنية العالية ، إجراءات خاصة ، لتأمين ثبات المبنى جاذبياً ، تجاه ما تنقله من قوى الرياح الأفقية . تصمم المنشآت العالية ، وقد روعي فيها تجنب ما يلي :

١ - الإجهادات الخارجة في المنشأة :

٢ - الترنج الجانبي ، والذي قد يصل إلى نقطة ، تسبب إزعاجاً للعاطفي المقيم ، أو إزعاجاً للمقيم ذاته ، يتجلى على شكل أصباح يصيب المبنى ، فيقلل من عمر صلاحيته للإستخدام .

٣ - تأثير الرياح المبنى ، مما يسبب اهتزازات ، يؤدي بدورها إلى حادثة الرنين ، إن تكررت الاهتزازات ، وفق فترات متلاحقة ، ومترابطة مع قوى الرياح .

٤ - تأثير الاهتزازات المحلية ، وكذلك هجر بعض العناصر ، على تحمل بعضها من الحمولات ، على ثبات المبنى ككل .

٥ - تأثير الجهد على متانة المبنى ، الاهتزازات الحاصلة في العناصر الإنشائية ، مما فيها التواء وعناصر الإكساء .

• الحواضن أو المساند المرنية :

2.06 اجتمعت الروية في ابتكار الجليد ، مع متطلبات الوصول إلى المائة القصوى ، لإنتاج أبنية ذات استناد مرن ، حيث صمم حديد التسليح ، ليكون بمثابة استناد مرن ، تستند عليه العناصر الحاملة ، فكان لها بمثابة نابض مطلق السلوك . خصصت عناصر بلديها ، ليكون استنادها على هذا الشكل ، كالعناصر المتواجدة عند منسوب التأسيس ، وذلك لكي يتابع إشاعة المياه ، فوق أرض مرفوعة لاهتزازات صناعية ، كذلك الواقعة إلى جوار طرق السكك الحديدية . كمثال على ذلك ، فندق «المليدي» إنه في الطوابق السبع ، والمحوي على (٢٤٠) مسند مرن ، تلعب جميعها أسفل الأعمدة الحاملة ، والمعرض كل منها ، لحمولة تساوي حوالي عشرين طناً ، أنظر الشكل (١٣ - ٣) . ترتفع ردة الانتظار الحادثة للفتنق ، حوالي (١٥) متراً ، فوق منسوب تواجد سكة قطار سريع .

2.06 ينبغي أن تصمم وتتشاد الأبنية ذات الاستناد المرن ، بمثابة فائقة ، إن أريد لها أن تدفع متطلبات مقاومة الاهتزازات ، والوصول إلى العزل الصوتي



الشكل ١٦٣- ٣٠ : يظهر الشكل تفصيلة اتصال الجدار بالمحور ، حيث يتدّ حديد التسليح هنا ، بمثابة توازن مسطّحة ، وظيفتها استيعاب الإجهادات المتولدة من حركة الإطارات ، على شكلها الخفيفية ، الممتدة إلى جوار البو هذا

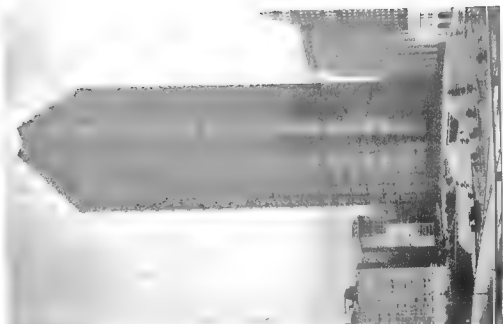


الشكل ١٦٧- ٣٠ : يظهر الشكل برجين حداثيين ، احدهما الشاهما على تواجد للب خدمات حامل ، معرّز ببيئات حداثية ، الشيدت في مقدمة أراضي البرج . استغندت الرامدة نوضح الأراضي هذه ، في مكانها الطبيعي .

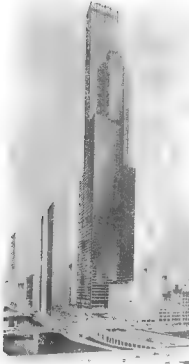
الكامل . تؤثّر حمولة الرياح ، على المباني تلك ، كما تؤثّر عليها تكرار لوسان المبني ، وفق فواصل زمنية منتظمة ، نتيجة تعرّضه لجّهات ريح عاصفة ، وفق فواصل زمنية منتظمة . تلعب جدلية بنود أنظمة البناء ، المتعلّقة بتنظيم الإجراءات العملية ، الكثيفة بتحقيق سلامة متانة المبني ، دوراً في الوصول إلى المثانة المطلوبة وتحقيق السلامة ، كما تلعب قدرة المواد على اختزان الأصوات ومقاومة التبران ، دوراً آخر في الوصول إلى السلامة المطلوبة . ينبغي أن تكون درجة صلابة المستند المرن ، في حدود تجعله قادراً على تحمّل نصيب العمود من الحمولات الإيجابية . هذا ، وأن أيّ خلل في تفصيل المستند المرن ، قد يسبّب تعرّض المستند إلى حمولات تزيد كثيراً ، على الحمولات التصميمية .

207٠ إن أشهر عميلين في أوروبا ، تحصّص الأبنية العالية ، تلك المشاعة في انكترا ، في فترة ما قبل الحرب العالمية الثانية ، حيث أشيد أحدها ، على ارتفاع (٢٤٥) متراً ، والثاني على ارتفاع (٣٨٠) متراً ، وقد انتهت المثلون منه عام ١٩٣٢ .

الشكل ١٦٧- ٣٠ : يظهر الشكل برجين حداثيين ، احدهما الشاهما على تواجد للب خدمات حامل ، معرّز ببيئات حداثية ، الشيدت في مقدمة أراضي البرج . استغندت الرامدة نوضح الأراضي هذه ، في مكانها الطبيعي .



الهيكلية (٢٠٠٠) يظهر الشكل ، أحد الجوانب الهيكلية العامة ،
 المشددة في العلاقات المتعددة الأروحية . اعتماد التصميم الإنشائي ،
 على وجود قلبه الصلب ، معزز بعناصر إنشائية أخرى ، تتكامل من
 التحويلات التي تتنبأ الأبنية العامة .



اعتمدت الأبنية العالية هذه ، على إطار هيكلي من الحديد ، كما اعتمد تأمين سلامة متانة المبنى ، على التجانس والتوحيد ، ما بين العمود والجسر . اعتمد التوحيد عملياً ، على تطبيق أساليب اللحام ، للجمع ما بين مكونات المنصهرين ، وجعلها يعملان وكأنها عنصراً واحداً ، كما اعتمد على الوصل الجيد ، ما بين المنصهرين ، معتمدين بذلك ، على براغي التثبيت المشدودة جيداً ، والمعرضة لفقرى احتكاك كبيرة . نَمَّ اختيار تصاميم معقدة ، لشبكة التسليح ، حتى أن تنفيذها ، كان يتطلب في ذلك الوقت ، إلى خبرات مهندسين متخصصين .

• 2006 : بهذا تم الوصول إلى منشآت عالية القساوة ، إذ كان الهدف هو تصميم جملة إنشائية ، تحوي حل الفجوات الضرورية ، اللازمة لتحقيق الأهراس المبرقية ، دون أن يؤثر ذلك ، على سلامة متانة المنشأة ، وهذا ما كان ، إذ أن المبنى كان يستمد قساوته ، من صلب التشكيلة الإنشائية ، وليس من الإستخدام المفرط لمواد الإنشاء .

الشكل (١٩ - ٣) : يظهر الشكل مبنى جالياً ، يبلغ ارتفاعه (٤٨٣) متراً ، تم إنجازَه عام ١٩٧٤ ، مؤلفاً من تسعة وحدات ، مساحة كل منها حوالي خمسة وعشرين متراً مربعاً ، ترتفع ارتفاعات متباينة . يساهم شكل واجهات المبنى ، في التخلص من تأثيرات الرياح العالية .



الشكل (١٨-٣) : يظهر الشكل مبنى حائياً ، معزّزاً برؤابط
 فخرية ، وذلك لغاية القوى الخارجية المفروضة ، المؤثرة على
 واجهته البنى .

يمكننا تمييز صنفين من المنشآت ، إحداهما وهي الحاوية على جدران قص ، وظليتها مقاومة قوى الرياح ، مشكلة من المصاعد وأدراج الخدمة ، أنتظر الشككين (١٥-٣) و(١٧-٣) . وثانيها الحاوية على واجهات ، قلادة على الارتفاع في وجه قوى الرياح ، أنتظر الشككين (١٨-٣) و(١٩-٣) . في المنشآت ذات القلب الحامل ، تتصل بنية العناصر ، بالقلب الحامل ، وفق وصلات مسارية ، إذ أن وظليتها الإنشائية ، ستكون بالدوجة الأولى ، هي تشمل أوزانها الذاتية ، لذا يمكن أن تكون هذه القطع ، من القطع مسبة التصنيع ، والتي يجري تركيبها على الموقع ، في وقت لاحق . إن كانت مئة الإنشائية مادة البيتون ، فلا بأس من استخدام العناصر مسبة الصب ، إذ بذلك توفر الجهد والوقت معاً ، خصوصاً إن جرى المشروع بين صفوفه ، على عناصر من ذوي الخبرة .

يمكننا أن نكتشف أنه من المفيد أحياناً ، في منشآت كهذه ، إنتاج عناصر معيارية ، على شكل وحدات جاهزة ، خصوصاً إن كان المطلوب ، إنتاج كميات كبيرة من الوحدات الإنشائية المشابهة ، والتي يتعد إنتاجها

على أرض الموقع ، أو كان التصميم جيداً ، بحيث تستفي احتمالات الخطأ ، فيها إذا أنتجت عناصر المنشأة خارج الموقع ، وأريد بعد ذلك تركيبها ، وجمعها مع بعضها على أرض الموقع . كما تقلد هذه الطريقة ، في إنتاج منشآت أتستطيطبتها التصميمية ، بعناصر أساسية ، يجري عادة تكرارها ، على طول وعرض المبنى .

● مصاعد الأبنية العالية :

2.69 : كما أن ارتفاعات الأبنية العالية في ازدياد ، كذلك الحاجة اعلمت تزداد ، إلى تجهيزات نقل شاقولية بدنية ، أكثر كفاءة ، إذ لم تعد المصاعد التقليدية ، كافية لاستيعاب الحركة الشاقولية . لقد تطلبت أنظمة المصاعد التقليدية ، المركبة في الأبنية العالية جداً ، مساحات واسعة ، لاستيعاب الحركة الشاقولية ، التي تتم داخل الأبنية العالية تلك . وإن تلك المساحة ، ما زالت في ازدياد ، نتيجة ازدياد عدد طوابق الأبنية هذه ، فهي اليوم تقارب ستين طابقاً ، وطفاً مستصل إلى حوالي مائتي طابق ، مما يفرض على المصمم ، ترك حجم لمعدات الحركة الشاقولية ، تقارب عشرين بالمئة من الحجم الكلي للمبنى ، وهي نسبة كبيرة ، وقد تزداد بازدياد ارتفاعات

المباني . إنَّ مرَّةً النسبة العالية هذه ، هو الأسلوب الذي يعتمد المصمم التقليدي في عمله ، والمركّز أساساً على الحبل والبكرة ، ممّا يصعب عمليّة إيجاد طريقة تشغيل أكثر مرونة ، ممّا هي عليه الآن ، إذ يتم بالطريقة التقليدية ، تشغيل حربة مصعد واحدة فقط ، لكل بيت مصعد ، ممّا يثير اضطراباً حركيّاً ، خصوصاً في ساحة اللدونة الحركيّة ، حيث يريد الجميع الانتقال من الطوابق العليا ، حيث مراكز عملهم ، إلى الطابق الأرضي ، بغية الخروج من المبنى . طُل هذه المشكلة ، تمّ استنباط مصادع تعمل على مبدأ مولدات الحثّ الحثلي ، وذلك لكي يتسوّى الانتقال في جميع الاتجاهات : أفقيّاً ، شاقوليّاً ، وشكلاً مائل ، مستخدمين لذلك حركات موجهة بواسطة الحاسوب ، يمكن هنا أن تتحوّل ذاتياً ، من بيت مصعد إلى آخر . إنّ حلّاً كهذا ، أزال أحد العراقق الحثيّة ، التي تتلف في وجه تطوّر الأبنية العالية .

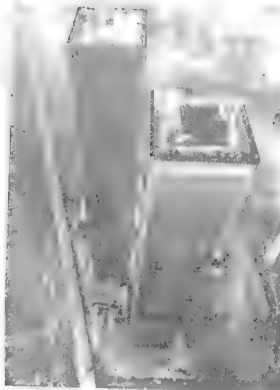
● تنظيف وصيانة الأبنية العالية :

2.10 : يتخي الإهتمام عند تصميم الأبنية العالية ، بإيجاد الطرق والوسائل الكفيلة ، للوصول إلى واجهات المبنى ، بغية تنظيفها ، واستبدال بعض عناصرها المتهترقة . فالتصميمات الحديثة ، يلاحظ فيها وسائل وصول

التجهيزات والمعدّات اللازمة ، لاستبدال زجاج النوافذ ، لإزالة واستبدال بعض عناصر وتجهيزات المبنى ، وذلك اللازمة لصيانة المباني بشكل . تعدّ التجهيزات ذاتيّة الحركة ، تجهيزات ضروريّة ، لاستكمال عمليّات تنظيف واجهات المبنى ، والتي تجري وفق فترات زمنيّة منتظمة . فهي ممّن ارتفاعه يصل إلى حوالي مائتي متر ، لا بدّ أن تلتحق فيه ، لتجهيزات تعمل بشكل تلقائي ، على تنظيف زجاج المبنى ، على الأقل ، كلّ شهر مرّة ، وعلى تنظيف أطر النوافذ ، كلّ ثلاثة أشهر مرّة . تعمل التجهيزات هذه ، على يد موظف مختص ، يتواجد عند سطح المبنى ، يمكن له أن يتخلّف بها ، عدّة مئات من الأقدام المربعّة ، خلال دقيقة واحدة ، ممّا يقلّل من كلفة ومضقة أعمال التنظيف ، إلى حدّ كبير .

2.11 : تتلّقى مشاكل توفير الخدمات البيئيّة ، مع التأثيرات النافذة عن إشادة أبنية عالية ، ضمن مناطق محصورة ، فيصعب بذلك إيجاد حلّ لمشاكل الرياح ، المشكّلة على شكل دوامات هوائيّة ، ولتلك المشاكل المشكّلة على شكل نقص في الإضاءة الطبيعيّة ، ولي صمّية بمجة الوصول السهل لأشعة الشمس ، إلى داخل فراغات البناء العالي .

الشكل (١٦-٣) : يظهر الشكل برجين معاكسين ، ارتفاع أحدهما (٤١٧) متراً ، أحدهما المشاوي ، على قلب حامل ، وأصعدة محيطية ، موصولة بروابط إلى القلب الحامل . تتألف الروابط من وحدات لولبية ، مشادة من قضبان معدنية متصالية .



● منشآت الشد خفيفة الوزن :

3.01 : إن أكثر أنواع المنشآت لخدمة على توسيع مجازاتها ، هي تلك المسماة بالمنشآت البسيطة ، المعتمدة في إنشائها ، على قدرتها على تحمل قوى الشد . تعدّ المنشآت البسيطة ، واحدة من المنشآت القادرة على إنجاز وظيفة إنشائية ما ، بأقل كمية ممكنة من مواد الإنشاء ، وبجهد ضئيل نسبياً . هذا ، وبسبب خفة وزن المنشآت هذه ، وأهميتها مثال جيد من أمثلتها للمرونة ، يمكننا تعليلها على نظام إنشائي متناغم ، مؤلف من صواري معدنية أو خشبية ، ومن أكبال تستخدم في التعليق ، مغطون بذلك مساحات واسعة ، بكتف بسيطة ، أنظر الشكل (٢٠-٣) .

تقومنا دراسة المنشآت المسماة بفراغات الصابون ، والأشبية الخاطئة المعلقة على أطر استناد وأكبال شد ، إلى فهم أعمق للمنشآت السطحية البسيطة هذه . إن الإجهادات العشوائية عند كافة نقاط الفقاعة ، هي إجهادات متساوية ، ويمكن أن المصنمين ، ومن خلال المراقبة الدقيقة لشكل الفراغات هذه ، توليد منشآت شد بحجم كامل ، تتألف إجهادات شد ، بكميات أصغر .

تتضمن المنشآت السطحية ، إضافة إلى المنشآت العشوائية ، والأسقف المعلقة ، أبنية خازنة ، حيث تتلقى قشرة المشاة قوى الشد ، بينما يمدّ الهواء المحصور بمثابة العنصر المضغوط . أمّا شبكة الأكبال مسبوكة الإجهاد ، فتعمل عمل غشاء التغطية ذي الطوب والمساحات والجسور المسلحة .

لنعكس التأثير ذات الشبكة المتصالية ، عمل المنشآت السطحية ، إذ تعمل على الضغط بدل الشد ، يعد استبدال أكبال الخفيفة ، بجسور أو أنوار حاملة .



الشكل (٢٠-٣) : يظهر الشكل نموذجاً للينفقات المشددة على شكل شبكة من الأكبال الممددة .

يمكن أن تتوقف ، إنَّا كمستشفى ميداني ، أو مستودع
للخبرة ، أو ما شاكل ذلك ، وكان ذلك حوالي عام
١٩١٧ . وفي الواقع ، لم يدخل هذا الاقتراح حيز
التنفيذ ، ولم تصبح أمثال تلك المنشآت ، منشآت ذات



الشكل (٢١-٣) : يبرز المواءم من مائة الفية الفدان هذه ،
للسلعة بشبكة من الأكبال المعدنية .

• الخزانات الخاضعة سطوحها لقوى الشد :

3.02 : يراعى أيضاً في إنشاء المنشآت المخزنية
سطوحها لقوى شد ، استخدام شبكة الأكبال المغطاة
بغشاء واقٍ رقيق ، بهدف الاحتفاظ وحجز المواد الصلبة
والسائلة ، ضمن تجويف التشكيلة هذه . تستند السلود
من نظام الأكبال الأفقية المربوطة إلى جوانب الرافعي ، ومن
الغشاء الرقيق المغطي لمجموعة الأكبال هذه ، بغية الوقوف
بوجه تيار المياه . يمكن إتفاص الغزوة للمعدة الرئيسية ،
بتركيب أكبال مائلة بشكل جانبي ، مربوطة إلى سرير
النهر ، فتتلف بذلك في وجه تيار المياه . يمكننا استخدام
تقنيات مشابهة ، إن طُلِبَ إنشاء جدران استنادية ، أو
أسوار لحجز التلوج ، في المساحات الجبلية . يمكن لنا أن
نلاحظ ، ملامحة استخدام أخشبة قابلة للتفخ ، إن أريد
استصلاح بقعة كبيرة للمساحة .

• منشآت التفخ :

3.03 : هي منشآت خفيفة الوزن ، تتميز سطوحها
لقوى شد ، أنظر الشكل (٢١-٣) . إنَّ أول اقتراح قُدِّم
لإنشاء على هذه الشاكلة ، هو لمباري من مدينة لندن ،
حيث قُدِّم إلى لجنة تطوير المنشآت ، الاقتراح لتطوير خيمة ،

وظيفة حقلية ، إلا أثناء حرب فيتنام ، حيث استخدمت كما اقترح لها ، أماكن لمعالجة الجرحى ، تشاد إلى جوار التكتلات والمواقع العسكرية . وكما نلاحظ ، غاب للمشروع نصف قرن من الزمن ، قبل أن تتاح له الظروف ، للظهور من جديد ، وفي أثناء هذه الفترة ، والاضيق أثناء فترة الحرب العالمية الثانية ، استحوذت الفكرة رجال الجيش ، فاندلجوا في تطوير منشآت قابلة للتضيق ، حيث أشادوا بالسدود والأسوار ، خصوصاً ما كان منها ، على شكل بالونات نفخت هواء .

تمكّن رجال الصناعة حديثاً ، من أخشية قابلة للتضيق ، تستخدم كقوالب مؤقتة ، منها ما استخدم أثناء إنشاء قبة فولر الشهيرة ، وذلك المستخدمة لوقاية محركات كهربائية قيد الإنشاء . توجد هناك أيضاً ، الحديد من الأمثلة ، التي تستخدم فيها هذه الطريقة لإنشاء : أبنية التخزين ، مكاتب وأبنية الكمبيوتر . إنّ أهم عامل يدخل في اعتبارات الإنشاء ، هو عامل ضبط البيئة الداخلية . وبعد السراشق للثام في أوساكا ١٩٧٠ ، مثلاً متطوراً لعمل ناجح ، اعتمد على الاخشية المتفرقة .

- 5.04 : يحكم شكل وأبعاد منشآت التضيق الكروية ، معادلات التوازن البسيطة ، حيث يعادل الإجهاد "الخشالي" نصف الضغط الداخلي الزائد ، مضروباً بنصف قطر الإنحناء . لهذا ، كانت للقلب المنخفضة ، إجهادات خشالية تزيد عن تلك المائدة ، للقلب المرتفعة ، ذات أقطار انحناء أصغر ، إن كانت سوية الضغط الداخلي واحدة ، وكان المجاز لكلا الغيتين واحداً . لتضيق مساحات واسعة ، وأيضاً لإزالة الإجهادات الخشالية ، لا بدّ من استخدام نقاط واطقة ، هروقي خشاليّة ، وشبكة من الأكبال . يمكننا استكمال إنشاء أبنية ذات أسطح واسعة ، وأوتقاعات واطقة ، إن استخدمت نقاط تثبيت واطقة ، واعتمد التصميم على أشكال ذات أقطار انحناء صغيرة ، حيث يساعد ذلك ، على تقليص الإجهادات الخشالية ، ويمكننا من تجميع مياه الأمطار ، وبالتالي تصريفها ، إلى حيث يتواجد نظام التصريف العام . يستحسن تنهيد المنشآت المشابهة بشكلها للحدود والقرشكات ، من مواد شائعة . يكتلنا أيضاً في هذه الحالة ، روابط داخلية تنيلية ، تستخدمها عوضاً عن حوامل داخلية صلبة ، تصمّم في أسبان أخرى ، لتلقي

حولات الإبداع الكبيرة . يتيح استخدام العروق الخشائية وملفات السطوح ، المستقيمة منها والمخانة ، إظهاراً حسناً تتخلله أشكال منشآت التنبؤ ، تحسن به من مظهرها الخارجي .

- 3.05 : من الضروري استخدام مواد مصنعة جرى تسليحها ، إن أريد إنشاء منشآت تفي ذات الغطاء اعتماد كبيرة ، تزيد عن (٥٠) متراً . ينبغي أن لا تقل المقاومة الذاتية ، للعناصر حلقية عن (٢٥) طن لكل (١) م . يستخدم مع العناصر المسلحة هذه ، أكبال أو صفائح معدنية مصنعة ، ذات طيقتين ، مقاومتها لا تقل عن (٣٥) طن لكل (متر) . تعمل شبكة الأكبال هذه ، حل تقسيم سطح القبة ، إلى عدد من السطوح بسيطة الأبعاد ، وإلى أخشبة ذات اتصالات حادة ، مما يخفف من الإجهادات السطحية . يحول ضياء المنشأة ، إن كانت المنشأة كبيرة الأبعاد ، دون انتشار الرياح ، ويجعلها في أسفل المنشأة . كما يعمل على تجميع حولات الشد ، بواسطة شبكة أسلاك دقيقة ، لثمن نقلها إلى شبكة الأكبال . ما بين المجازات الاقتصادية الأصغرية ، المتروحة ما بين (١٠ لـ ٢٠) متراً ، وبين المجازات النظرية

الأعظمية ، نعظم بالمشاكل انشائية عن حولات الربيع والثلوج ، والتي يمكن التخفيف من تأثيراتها ، عند استخدام أخشبة مصنعة ذات طيقت ، والتي لها قدرة على تحمل إجهادات تمزق ، تزيد عن (٣٠٠ كغ / م^٢) ، والتي لا تزيد وزنها الذاتي عن (١) كغ لكل (١) م . يصل القطر النظري الأعظمي لهذه الأخشبة ، إلى حوالي (٣٠٠) متر ، إن كانت حل شكل نصف كرة مفتوحة ، وواقعة تحت ضغط أصغري . كما يمكن أن يصل قطرها إلى حوالي (٧٩٦) متراً ، إن كانت حل شكل ثلاثة أرباع كرة ، وضاعمة لظروف مشابهة . إن المجازات الفعلية الأعظمية ، هي في الواقع بسيطة ، كما أن قيم حولات الرياح والثلوج ، هي أكبر من قيمة الضغط الداخلي ، لذا ينهي على المصمم العمل على إنشاء الإجهادات المتوزعة بها ، أقل من إجهادات التمزق .

● المفترحات :

- 4.01 : يشمل نظام الإنشاء هذا ، كافة المنشآت ذات الأبعاد الثلاثة ، المشكلة أو المصنفة من جدران بسيطة الأبعاد ، إن ما تورتت بمجاز المنشأة . تتكاثف المنشآت هذه ، من عناصر مزدوجة الإنشاء . يظهر الشكل



الشكل (٢٢-٣) : مساعد الحاسوب في التصميم الإنشائي
للشركات البيوتكية

(٣٠٢٢) ، ميق الأوربا المشاد في سدي ، وهو ميق مشاد وفق طراز الإنشاء ، المشاد إليه في فترتنا هذه .
 - 4.02 : إن أمثال هذه المنشآت ، لا يمكن أن تزدهر وتنتشر ، ما لم تؤيدها الحكومات ، وما لم تتكلم لها المورثات اللازمة ، لكي يتوسّع القادرون عليها ، في البحث عن حلول أكثر اقتصادية .

ظهرت في الولايات المتحدة الأمريكية ، القشريات المشادة من ألياف مصنعة . استفاد الأسلوب الجديد هذا ، المعتمد على ابتكار وإنتاج وحدات إنشائية ، من التقنيات التي جرى تطويرها في مصانع إنتاج أدوات الملاحة البحرية ، ومن تقنيات عصر الفضاء .
 إن التقنيات هذه ، ما زالت تزداد بتقدم آخر ، في مجال التصميم وإنشاء القشريات بمختلف أنواعها . ومن الواضح أن هذه الأعمال ، تسير موازية لظهورات وابتكارات أخرى ، تجري هنا وهناك . ومن المعلوم في هذا العصر ، أن أي نجاح يحرزه مصنع من المصانع ، أو مؤسسة علمية من المؤسسات ، يساهم في إزفاء الفكر البشري ، وفي توسيع منابع المعرفة ، إذ أنتم عصرنا هذا ، بالقدرة على تبادل المعارف والخبرات .

● المواد البلاستيكية المسلحة بألياف زجاجية :

- 5.01 : من المألوف له ، أنه بينما تعد نسبة الكثافة إلى المقاومة في المواد البلاستيكية المسلحة بألياف زجاجية ، نسبة عالية ، فإن معامل مرونتها تعادل تقريباً سبع معامل مرونة الفولاذ ، مما يجعل دون استخدامها في منشآت خاضعة لقوى ، تسمى بالمجاد تشويه سطوح المنشأة ، وبذلك التي لا ينظر إلى مقاومتها ، نظرنا إلى قدرتها على مقاومة التشوهات الدائمة . يعد معامل مرونة المواد البلاستيكية المسلحة ، المنخفض نسبياً هذا ، أحد الأسباب الرئيسية الداعية ، إلى الحد من مقدار عجلات المنشآت هذه . لقد اشترطت أنظمة الإنشاء البريطانية ، أن لا يزيد جهاز منشأة تقليدية ، مشادة من مواد بلاستيكية مسلحة بألياف زجاجية عن (١٨) متراً . وتعدّ القبة الدائرية ، المشادة بأكملها من مواد بلاستيكية مسلحة ، واحدة من أضخم المنشآت الدائرية ، إذ يبلغ جهازها حوالي (٤٢) متراً . كما تعدّ الأبحاث على إمكانية التوصل إلى عجائز تزيد عن (٣٦) متراً ، إن تمكنا من استخدام وحدات هرمية الشكل ، في بنية الأسقف للخطية



الشكل (٢٣-٣) : يظهر الشكل مدحنت بأربعة فتحات ، يصل ارتفاعها إلى حوالي (٢١٣) متراً ، ولد أنشئ لي إتشاها ، مواد بلاستيكية مسطحة بالياف زجاجية .

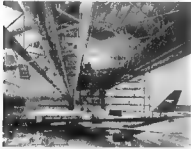
للمجازاة هذه . تتأثر الوحدات الحرةية هذه ، باتحادات مزدوجة ، أنصاف أظنرها بسيطة . إن التغير الثابت الذي يصيب شكل المنشآت هذه ، نتيجة تعرضها لإجهادات متواصلة ، أو لحارة عالية ، وكذلك ارتفاع كلف إنشائها ، الصعوبات التي تواجهها في ضبط نوعية المادة ، وأخيراً مقاومتها الضعيفة للتآكل ، كل ذلك حد من شعور استخدام المنشآت المشادة من المواد البلاستيكية ، المسلحة بالياف زجاجية . يمكننا التوصل إلى الصلابة المطلوبة ، إن استخدمت هذه المواد ، على شكل صفائح طي ، حيث يصبح المطلوب ، تأمين السكوة الكافية لمقاومة قوى التثقب . إن تأمين هذه السماكات ، ترفع من كلف الإنشاء ، خصوصاً إن كانت المنشأة متسعة الأبعاد . على الرغم من كل ذلك ، يمكن المعاري الإيطالي Remyo - Pison ، من ابتكار بعض الوحدات السقفية الرامدة ، مستفيدة من منتجات أسد الصانع المشادة في جنوا ، منتج مواداً بلاستيكية مسبقة الإجهاد . تتألف وحدات التنظية هذه ، من أحشية عائمة ، محمولة على مبادعات شاقولية ، مثبتة على أقبال فولاذية مسبقة الإجهاد .

● المنشآت الفراغية :

6.01 - تشترك الأنايب المعدنية ، والمصنعة من الألمنيوم المشرب ، في تشييد المنشآت الفراغية ، مغطاة بملك مجازات واسعة . تتألف الأسطح إما من قضبان متصالية ، ممتدة على طيتين ، أو على شكل قبة ذات دعائم ، مشكلة أسفلاً مساحة لتغطية صالات العرض ، ومدرجات الملاعب الرياضية . انشئت في هيوستن ، قبة معدنية ، مجازها الحر وصل إلى حوالي (٢٠٠) متر ، مغطاة بملك ملعباً رياضياً يتسع لـ (٦٦٠٠) متفرج جلوساً . كما انشئت حظيرة طائرات ، سقفها على شكل منشأة فراغية ، مكونة من الأنايب المعدنية ، تمتد بلا أعمدة ، مسافة تساوي (١٧٠) متراً ، وهو مجاز يعادل مرة وربع ، مجاز للمنشأة المشادة في فرانكفورت لهذا الغرض ، والمشكلة من أوشحة بترونية مسبقة الإجهاد . تعد المنشأة الفراغية هذه ، قادرة على تحمل أوزان تزيد عن (٥٠٠) طن من التجهيزات ، المحترقة ضمن بنية السف ، أنظر الشكل (٢٤-٣) .

6.02 - يمكن أن يصل قطر القبة الفراغية نظرياً إلى حوالي (١/٢) كم ، وهي تبقى بملك ، منشأة مقاومة لحمولات الطقس القارصة ، يختلف أنواعها . تعد القبة

هذه ، بمواصفاتها تلك ، مقترحة لإدخال المعاري Buckminster Fuller ، بنية تغطية جميع سكتي متكامل المرافق ، صالح لسكني ما يتوفى عن (٢٠٠٠٠) مواطن ، على أن يتخذ الإجراءات الكفيلة ، بإخراج غازات المصانع والمخلفات القاسدة ، إلى خارج خلاص القبة ، وكذلك اتخاذ إجراءات من شأنها ، تقليص تأثيرات ضجيج المصانع ، أنظر الشكل (٢٥-٣) . تتخذ إجراءات أهدأ ، من شأنها تكثيف الضغط الداخلي للمنشأة ، بغية الوصول إلى منشأة بأبعاد متناهية في الكبر . هذا ، ولتفان منشآت



الشكل (٢٤-٣) : يظهر الشكل هنا كلاً لاستيعاب طائرات البومغ (٥٠٠) . تبلغ أبعاد الشكل حوالي (١٧٠ × ٨٤) متراً ، أبعاد مسطحة على شكل إشارات فراغية ، تمتد حرة بجدار يساري (٤٦) متراً ، تحمل ما يزيد وزنه عن (٥٠٠) طن من التجهيزات .

كذلك ، جرى تغطيتها بقبب كهله ، بيئة هوائها مكيف ، ومحمية من مياه الأمطار والرياح العاصفة ، لذا يكتفينا لإنشائها ، مواد ذات مقاومة بسيطة ، مما يميلنا قلادين على إنشاء منشآت قليلة التكاليف ، تجوي على أنظمة تصريف بسيطة ، يهيئ بها وسائل وخصصة الثمن ، لجميعها من ظروف خارجية قليلة التفاعلية ، وبها نستطيع الاستغناء كلياً ، عن أنظمة التدفئة المنزلية الخاصة ، أنظر الشكل (٣-٢٥) .



الشكل (٣-٢٥) : يمكن أن نجد القباب الفراغية نظرياً ، على محيط دائرة ، يلايد قطرها من $(\frac{1}{3})$ كم .

تصبح القباب الفراغية ، قباباً وظيفية ، تؤدي خدمات جل ، في حالات تكون فيها الشروط البيئية ، قاسية إلى درجة تدفعنا لاختيار شكل يساعدنا على التنظيف منها . فالقباب الفراغية حل موقن لمناطق تسود فيها ظروف مناخية قاسية ، كذلك التي تختص بها مناطق ، لا يهيئ فيها درجة الحرارة ، إلا نادراً ، عن درجة الأربعين درجة مئوية ، أو تلك المصنفة بدوام هبوط درجات حرارتها ، إلى ما دون درجة التجمد . نمد كذلك أمثال هذه القباب قباب صالحة لتنظيف مجمعات سكنية ، يهيئ بها هواء رطب ، تصل نسبة رطوبته حوالي (١٠٠٪) . هذا ، وقد أجمعت المقترحات هذه ، زمناً طويلاً ، بسبب التعقيدات التي انتصفت بها طرق تحليل منشآت كهله . أدنى التعرف واكتشاف الحواسيب الالكترونية ، إلى حد الصميمين والإنشائيين ، إلى إعادة النظر بتلك المقترحات ، بقية إيجاد السبل الكفيلة لوضعها موضع التنفيذ العملي ، وكان ذلك تمهيداً لإنشاء العديد من المنشآت الفراغية ، في كل من البرازيل واليابان وأفريقيا الوسطى ، أشيدت لتوظف كحظائر للطائرات ، وصالات للمرضى .

● الأبنية المعلقة :

٧.٥١ : لقد تطور مفهوم المنشآت المعلقة ، خلال العتدين الماضين ، تطوراً هائلاً ، خصوصاً فيما طبق منها ، كآبنية مكتبية . تتكون الأبنية المعلقة ، من مركز خدماني ، يقع في وسط المبني ، مشاد من البيوتن السلع ، مستخدمين لذلك عادة ، أسلوب القوالب المتحركة . يصمم القالب الحامل ، لتلقي كافة الحمولات الشاقولية والجانبية ، من خلال أرضيات مدلاة من أعلى المبني ، مضمولة على عناصر مقاومة لقوى الشد ، تنتشر على محيط المبني . استلهم أسلوب الانتشاء اسمه ، من ماهية سلوك عناصره الحاملة . في أمثال المنشآت هذه ، نحتاج فقط إلى تصميم قلب حامل ، قادر على تلقي كافة الحمولات الرئيسية ، بما فيها تلك الناشئة عن الزلازل الأرضية . يتبع الأسلوب هذا أيضاً ، إنهاء التجهيزات المدة لراحة قاطنيه ، فوق منسوب الأرض الطبيعية ، ويذا يترك المجال زاسعاً في الأسفل ، للاستفادة من الفراغات المخصصة حركة المشاة . يميز بعض المصممين عن منشآتهم للمعلقة ، بشكل يدعو إلى للإارة الناظر ، وذلك بأن يتركوا منشأة السقف الأخير ، ظاهرة

للعيان ، بما يحويه من جسور مغمورة من طرف واحد ، كما هو واضح في الشكل (٣٠٣٦) . تستخدم أمثال هذه الأبنية بالتناوب ، هيكلًا إنشائيًا معدنيًا ، تصممه جسور لقرية ، مشادة من البيوتن مسبق الإجهاد .



الشكل (٣٠٣٦) يظهر الشكل مبني مكاتب أنشيد عام ١٩٦٤ ، وهو مثال للأبنية المعلقة . في الأبنية المعلقة ، تزال قوى الضغط الواقعة على القلب الحامل ، أي احتياك لتسوية قوى شد يمكن لها أن تنشأ نتيجة تعرض القلب الحامل للمواجه للرياح ، لقوى الرياح السائدة .

7.02- : إن تكثيف الحواصل الإنشائية ، عند تقاطع استراتيجية من تقاطع المرفق ، تتيح الاستغلال التام لمرونة المسقط ، للمنطقة بمصاطب الأبنية المتتالية ، من حل المناسيب العلوية . إلا أن الميزة الأساسية للتشكيلة الإنشائية هذه ، يكمن في قدرتها على الجمع ما بين اثنين البشري وجسر المشاة . يربط البرج إلى مواقع خاصة ، محددة على المسقط من خلال الشوارع المخصصة لحركة العربات ، مع ترك الفرصة لتطوير الحركة المتراجعة أصلاً ، بهدف الوصول إلى المواقع الصناعية ، المتواجدة في مراكز المواصلات . يتيح كل ذلك الفرصة ، لإضافة منشأة جسر معلقة ، تقتصر للمباني ، تصل البناء البرجي إماً إلى مركز المدينة مباشرة ، أو إلى محطات يمكن الوصول منها ، إلى مركز المدينة .

7.03- : تعد الشوارع المتلفة المحيطة على أبنية محيطها من كلاً الجانبين ، كالمحيط البيئي للمفهوم هذا ، إذ تستفيد الأبنية هذه ، من تجميد مستوياتها ، في إنشاء جسر للمشاة "معلق" مستفيداً من الفراغ المحوي المتروك ، فوق السكك الحديدية ، وطرق السيارات . تشاد الجسر هذه ، إما معلقة على إحدى مستويات البناء

البرجي ، أو على شكل ظفر مثبت من إحدى طرفيه ، على البناء البرجي المجاور .

يربط جسر المشاة هذا ، البناء البرجي بوسط المدينة ، متجاوزين به بالتالي ، الصعوبات المثبتة عن صعوبة الحصول على وسيلة مواصلات مناسبة ، والتي أصبحت واحدة من أكثر منقذات ساكني المدن الكبيرة .

● المنشآت القابلة للفك والنقل والتركيب :

- 8.01 : تمكّن معيارو العهد الفكتوري ، من ابتكار أسلوب إنشائي فريد ، اعتمد على تصنيع قطع ووحدات إنشائية ، من الحديد الصلب ، يمكن جمعها وجزعها في صناديق جاهزة للتصدير . قام معيارو هذه الفترة ، بتصنيع هذه الوحدات الصالحة لإنشاء قصور ملوك أفريقيا ، للمشاة من الحديد الصلب . وبعد العصر المسمى «Pictorial Crystal Palace» ، مثلاً راعياً من أمثلة المنشآت القابلة للفك والنقل والتركيب .

إن زيارة منشآت (أوتو) ، المشاة لصالح الأولياد الذي أقيم (١٩٧٧) ، ستؤكد لنا ، مدى الأناقة التي يمكن أن تكون عليها أمثال المنشآت هذه .

-8.02: تعدد الشفالات المؤلفة من عناصر أنبوبية الشكل ، واحدة من أكثر المنشآت القابلة للفك والتركيب شيوعاً ، وهي جلة إنشائية ، تسهل كثيراً من عمليات إنشاء القوالب الحشبية والمعدنية ، التي تعد منشآت مؤلفة من عناصر قابلة للاستعمال المتكرر ، إلا إلى قليل من التنويرات في شكل ونوعية الإداء ، لكي تصبح منشأة متممة لنشأة يراد إنشاؤها ، متممة بذلك ، من كونها مجرد خطوة من خطوات إجراءات التنفيذ . أن التنويرات المطارة هذه ، على ماهية ومفهوم وظيفة المنشآت هذه ، كان الأساس الذي مكن المعماري فولر ، من إضاءة قوته الجيوديسية ، كما مكن غيره من المعماريين ، على إنشاء منشآت الأطر القوطية .

تشكل الأطر والقوالب هذه ، جمل إنشائية قابلة للفك والتركيب من جديد ، مما يوسع من مجالات استخداماتها ، ومن تلك الاستخدامات ، ما يجعلها بمثابة منشأة تقريضة للأغشية المنقلة . ما زالت المنشآت القابلة للفك والتركيب ، بحاجة إلى إشالة جدران وأسقف مغلفة لطبيعتها . كما جعلت مشاكل الحرجة من تقلبات الطقس ، من تلك المنشآت ، منشآت صعبة التنفيذ .

-8.03: كان لحلولات المعماري الفرنسي (Jean Prouve) ومعاونيه ، أثراً كبيراً في تسريع عملية إنشاء أمثال المنشآت هذه ، ولي تسهيل عملية فك أجزائها المكونة . إذ حرص هذا المعماري ، على توجيه جهوده ، نحو استنباط طرق يمكن من خلالها تطوير الإنتاج الصناعي ، للمنتاصر المكونة ، لكي تصبح تكاليفها أكثر اقتصادية ، ويتم له ذلك ، من خلال إنتاج عناصر معيارية ، ذات أبعاد متماثلة . يرجع تاريخ المنشآت المتمسدة على عناصر مصمتة ، إلى أكثر من خمسين عام مضت ، إذ أن طرق الانشاء هذه ، بدأت مع البدء في اكتشاف المنشآت الغابلة للنشخ ، إلا أنها لم تتطور بالسرعة الكافية ، لكون المعماريين ومن ثم مصمميها البناء ، لم يتلقوا التشجيع الكافي ، والدعم اللازم لتطوير منشاتهم هذه ، سواء أكان ذلك من قبل السلطات الحكومية ، أو من غالبية المستفيدين من الأبنية المراد إنشاؤها . ولم تجرب أمثال تلك المنشآت ، إلا وهي على شكل حلول سريعة ، فرضتها ضرورات وطنية ملحة ، كالمشآت التي اُشيدت أثناء الحرب العالمية الثانية ، نلبية لضرورات استدعت إنشاء منشآت مؤقتة ، يمكن تركيبها بسهولة ، ومن ثم فكها ،

مجهداً لتقلها وتركيبها ثانية في موقع آخر . كما استخدمت منشآت كهله ، في أوقات متفاوتة ، ومن قبل أفراد ارسقراطيون ، بقصد التمييز ليس إلا .

- 8.04 : إن القول الذي صرح به المياري الفرنسي (Prove) ، يجري الكثير من الحقيقة ، إذ قال : وأنه كما شهد عصرنا انحصاراً سكانياً ، فإنه سيشهد أيضاً إن ظل معتمداً على أساليب تصميم وإنشاء تقليدية ، نقصاً في عدد المساكن الكافية لإيواء الأعداد المتزايدة من الأسر الجديدة ، إذ أن الأساليب التقليدية ، لا تتيح لنا إنتاج كم

وافر من الأبنية ، في زمن قصير .

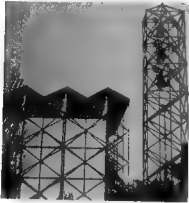
إن الصعوبة تكمن في إدراك القدرة الكاملة للإنتاج الصناعي ، والتي تتحكم فيه دوماً ، ظروف موضوعية متباينة ، تحيط بموقع تلك الأبنية ، كالتضاريس الطبيعية للموقع ، المناخ السائد ، وغيرها . . .

ونحن بشكل عام ، لا نستطيع مواجهة صعوبة إدراك ما للإنتاج الصناعي من قدرات ، على مسيطرة تعدد الظروف للوضوحية ، التي تصنف بها مواقع الأبنية المراد الإضاءة عليها ، كطبيعة تضاريس الموقع ، وطبيعة المناخ السائد ، فقط من خلال التفكير بالمحدد عناصر معمارية

أخرى ، قابلة للتجميع في مصانع متخصصة ، بل لا بد من تنظيم جديد ، يتناول أسس ونظريات الإنشاء التقليدية . إن استخدام عناصر معمارية ، بنية قطعية هياكل خاصة ، هو دليل على ما نختبره أساليب التصميم هذه من قدرات .

تمدّد الاستراستات المشادة على يد المياري الفرنسي (Prove) ، أمثلة جيدة لما يمكن أن تستخدم من أجله تلك التصاميم . كما نلاحظ العديد من عطلات الوقود ، تم إنشاؤها ، وفق الأسلوب التصميمي هذا . يمكن بهذه الطريقة أيضاً ، صياغة منشآت ذات بنية تحتية معدنية ، مكسوة بالكامل ببيانات من البولستر ، تتخللها نوافذ وأبواب هيكلية ، مشابهة لتلك التي تحمل بها سيارات وحافلات النقل . قامت حديثاً دراسات لتوسيع محاولات استخدام أمثال المنشآت هذه ، حيث تمكن أحد الممارسين من إضاءة صالة المعرض بهذه الطريقة ، تبلغ مساحتها (٢٣٢٠٠) متراً مربعاً ، مع مطعم يتسع لحوالي (١٠٠٠) زبون . اعتمد إنشاء أمثال تلك المنشآت ، على جوائز صالحة ، تبلى ضمن الجدار ، مستندة على أعمدة أنبوبية الشكل ، تحمل إطاراً غرافياً ، على شكل قضبان

التصالية ، والمحمول على جدران متنوعة السماكات ، ومشادة من عدد من الأنايب المعدنية ، ما زال مستخدماً إلى يومنا هذا ، لما لهذا الأسلوب من فضل في حل المعادلة الصعبة ، المتمثلة بالوصول إلى المثانة المطلوبة ، بأقل تكاليف ممكنة . كسيت سطوح المنشأة هذه ، بشرائح بلاستيكية مصفحة .



الشكل (٣٠٣٧) : اعتماد إنشاء الكنيسة الموضحة في هذا الشكل ، على نظام إنشائي مرن ، ذي تكاليف بسيطة . إن أمثال هذه الجبل ، كثيراً ما تراها ملازمة لإنشاء الكنائس وصلات العرض . تتألف الجملة الإنشائية من إطار فراشي مشكل من أنابيب معدنية مكسوة بالبوليستر وبياتوهات بلاستيكية تصطف شفاطة .

مصلية . يستخدم لإنجاز السياج الشاقولي ، فواصل معدنية ، نستطيع بها إحكام تطويق ألواح الزجاج والبياتوهات ذات الغطاء الزجاجي ، للزودة بحشوات مطاطية .

أشاد المحاري وإيبارت ، كنيسة «احتضنت في إنشائها ، على أنابيب معدنية جمعت على شكل هيكل فراشي ، تصفله بياتوهات بلاستيكية نصف شفاطة ، أنظر الشكل (٣٠٣٧) . إن خلاصة القول الذي يمكن أن نستشفه من المنشأة هذه ، هو أنّ هذه المنشأة ، كشفت عن إمكانية استخدام عناصر صناعية بسيطة ، لتلبية مجموعة من الأغراض التصميمية المعقدة . إن النظام الإنشائي الذي اعتمدته الكنيسة هذه ، لدرجة عالية ، فالمعاصر المكونة للمنشأة ، يمكن تركيبها وفكها بسهولة تامة ، كما تمحنا قطعها ، مرونة عالية في طريقة التشكيل ، لفصل من خلالها إلى مسالط وواجهات ، غاية في التنوع ، كما نتيج لنا أشكالها البسيطة ، مرونة في اختيار مادة الإنشاء المناسبة .

إن نظام الإنشاء الذي ابتكره المحاري ومورو ، للتعتمد على إطار فراشي ، مؤلف من مجموعة من الأنايب

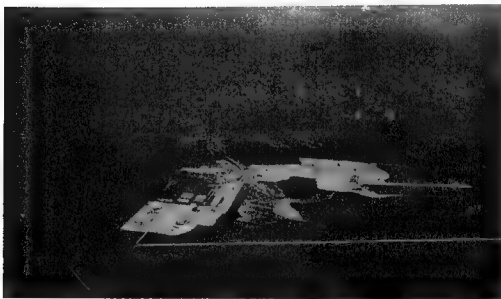
● مشآت السواطيء :

● الجزر الاصطناعية :

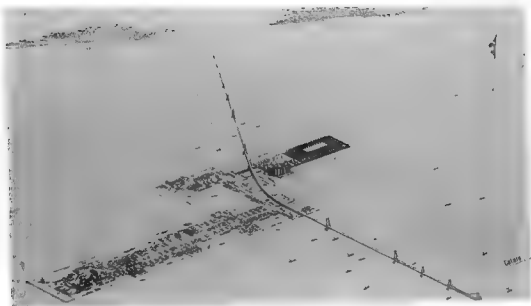
9.1 : نظراً لمتجر مساحة اليابسة من استجماع اعداد سكان المدن والاقاليم المتزايدة ، ونظراً للحاجة إلى فصل المناطق الصناعية والمحلات التجارية عن المناطق السكنية ، كان لا بد للمعماريين ، من التوجه بتفكيرهم نحو أساليب وطرق تصميمية ، تتيج لهم استغلال مساحات أكبر ، وهذا ما دعاهم إلى ابتكار ما يسمى بالجزر الاصطناعية ، اذادوها على مساحات تقع على سواطيء البحار ، حيث استغلت المساحات ذات الأعالي الضحلة ، لإقامة منشآت تجارية ، هدية بحدودان بترولية ، وأسوار قلمية ، تقها أمواج البحر ، أما المساحات الواقعة على سطح كاف ، فتستغل كمدخل لادخال وتسير ناقلات البترول ، وبعض سفن الشحن الضخمة . أنظر الشكلين (٣٠٢٨) و (٣٠٢٩) . يمكننا بهذه الطريقة ، التخلص من مشاكل التلوث ، والكثير من المشاكل البيئية الأخرى .

9.02 : لا بد قبل التفكير في إنشاء الجزر الاصطناعية ، من إجراء دراسات فيزيائية تفصيلية ، غايةا معرفة الظروف التصميمية الخاصة بمناطق البحار ، كما لا بد من الاستماعة باحتصاصيين ، يوضحون لنا المواصفات التي ينبغي أن تتوافر في المنشآت المراد تركها في عرض البحار . كما يستلزم عند التصميم ، مهتموا الملاحة البحرية ، للتصرف على مشاكل صيانة البحار من التلوث ، وكيفية تجنب تلوث وأمواج البحر ، وأخيراً وليس آخراً ، لا بد من التعرف على المواقع المقترحة ، لكي يتسنى معرفة كافة الاشتراطات اللازمة ، للتخفيف من كلف الإنشاء .

تجهز الجزر متعددة الاستمالات ، بما يساعدنا على تجميع كافة التجهيزات اللازمة لأداء سلسلة من العمليات المتعاقبة ، كالتجهيزات اللازمة لأداء مهمة صناعية محددة ، إلى جانب الأنشطة المرافقة لها ، كالتجهيزات اللازمة لتحويل الجزيرة ، إلى محطات للتزود بالبترول ، ملحق بها مخطط للطائرات ، تجهز به مساحة تقع على شاطئ البحر ، يكلف مقولة .



الشكل (٣٠٢٨) : تعد الجزيرة الموضحة في الشكل هنا ، من أكبر
الجزر الصناعية في العالم ، وهي جزيرة أقيمت إلى جوار مرافئ من
مرافئ اليابان عام ١٩٧٤ . تبلغ مساحة الجزيرة حوالي (٤,٣٦)
كم^٢ . وتعد استكمالاً للمرفأ المجاور وللتسهيلات المتواجدة عليه



الشكل (٣٠٢٩) : يوضح الشكل جسراً جدياً يوضحه في الشكل
(٣٠١٠) : وهو أحد الجسور الثلاثة شرقاً جزيرة صيدية مساحتها
(٥٢) كم^٢.

● جسور الوصل :

-9.03 : يمد الجسر الواصل ما بين المدينة الصناعية الواقعة في عرش القناتة الانكليزية ، والمرافئ في المياه العميقة ، تطبيقاً هاماً من تطبيقات مفهوم الجزر الاصطناعية ، انظر الشكل (٢٩-٣) . تبلغ مساحة الجزيرة حوالي (٥٢) كم مربع ، مجهزة ومؤلفة من :

- ١- شاطئ عميق المياه ، يبلغ طوله حوالي (٦٤) كم ، تتجمع فيه كافة تيارات السحب ، القادرة على جر كافة السفن إليه ، خصوصاً ناقلات البترول الضخمة ، السفن الحاملة للمواد الحام ، والسفن الحاملة لصهاريج المياه .
- ٢- كافة التجهيزات المساعدة في تسهيل عمليات الشحن .
- ٣- هيئة ظروف مثالية ، نستطيع من خلالها ، تخزين البترول والزيوت مخزناً آمناً ، ضمن مستودعات تقع تحت منسوب أرض الجزيرة .
- ٤- ابتكار تجهيزات حديثة ، تعمل على توليد القدرة ، مستغلين في تشغيلها ، من مستودعات الغاز والبترول القريبة .
- ٥- تساعدنا الجزر الاصطناعية أيضاً ، على إيجاد مواقع جديدة للمصانع ، بعيداً عن البر الرئيسي ، حيث كثرت

في الآونة الاخيرة ، اعتراضات عماري التلوث البيئي ، كما قوت عمارتهم لإنشاء المصانع القريبة من التجمعات السكنية . فبهذه الطريقة ، نبتد مسيبت التلوث ، بما فيها الدخان ، الروائح ، الغلغورات ، الضجة ، وحركة السيارات ، بعيداً عن البر الرئيسي ، حيث التجمعات البشرية .

يمكن لجسور الوصل ، أن تعمل على تجميع وتوحيد مجموعة من الوظائف بشكل آمن ، حيث يمكن أن تصل ما بين مصافي البترول ، التجهيزات الكيميائية ، تجهيزات القدرة ، والتسهيلات المدة لربط الطائرات . .

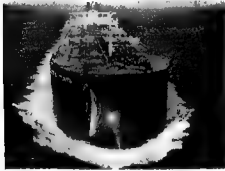
● الشواطئ المدة لربط الطائرات :

-9.04 : الاقتراح المام الآخر ، هو تجهيز خليج أوساكا ، وعلى امتداد (١٠) كم ، ليكون بمثابة مهبط للطائرات . أن حقل مياه الخليج المدة هذا ، تصل إلى عشرين متراً . صمّم المهبط هذا ، للتخفيف من الأعباء للتزايد ، الناشئة عن تنامي حركة الطائرات الماطة إلى مطار أوساكا الدولي ، القريب من المهبط المدة . يستخدم المهبط هذا

هبط طائرات البوينغ (٧٤٧)، وغيرها من الطائرات ، التي تصل حوتها إلى حوالي (٣٥٠) طن ، متجنبين بذلك التلوث البيئي ، الناشيء عن الضجيج الذي تحدثه هذه الطائرات ، فيما لو هبطت على البر الرئيسي . هناك اقتراحات أخرى ، هدفها الوصول إلى مهايط للطائرات ، طول كل منها حوالي (٤٨٠٠) متر ، وعرضها (١٨٠٠) م ، تشاد وفق أساليب ثلاثة : أولاً على شكل قواعد بحرية ، تعتمد في إنشائها على ركائز مصنعة من أنابيب معدنية ، تحيط بالقاعدة المدعومة . وثانياً ما كان على شكل مطار حاتم ، ميث إلى منشآت عالمية منفصلة ، تعمل على كسر حدة أمواج البحر ، بغية التخفيف من تأثيرات الأمواج وتيارات المد والجزر . أما الأسلوب الإنشائي الثالث ، فيعتمد على تحويل جسم منشأة المهايط ، إلى وحدات إنشائية متائلة ، حيث يصبح جسم المهايط ، مؤلفاً من مجموعة من الصناديق للمعدنية المقلوبة ، طول كل منها مسلوياً لـ (١٥٠) متراً ، وعرضها (٥٠) متراً ، يمتد (١٠) أمتار ، على أن يجمع هذه

الصناديق بأكملها ، وتثبت إلى قاع الشاطئ ، بسلاسل معدنية ، مزودة بأقفال مناسبة . إن الفوائد المكتسبة من المهايط العائمة هي أنها :
١- تتيح لنا مرونة في اختيار موقع المنشأة ، مهما كان عمق المياه عند الموقع المختار .
٢- تتجنب بها البحث عن الوسائل الكفيلة بتحسين أرضية المهايط ، إذ تقلد هذه الوسائل أهميتها .
٣- تتجنب بها تعرض مياه البحر للتلوث ، الناشيء من عملية ردم التربة ، بالوسائل التقليدية المعروفة .
٤- تعد منشآت كهذه ، أقل تأثراً بأخطار الزلازل .
٥- يمكنها أسلوب الإنشاء هذا ، من استغلال السطوح الواقعة أسفل مستوى مصطبة المهايط ، لأغراض تخزينية ، كأن تعمل بها صهاريج تخزين الوقود ، لتقديم تسهيلات التحميل ورسو السفن ، فاستحسن المجال بذلك ، لتترك المصطبة عالية من الإشغالات الثانوية ، مهيأة على شكل مسالك جادة لمناورة الطائرات .

الحال في بحر الشمال على سبيل المثال . هذا ، وما زالت أساليب تصميم وإنشاء الجزر العائمة ، في تطور مستمر ، مستفيدة من الإخفاقات المتتالية التي تعرضت لها في بداياتها الأولى .



الشكل (٣٠٠) : يوضح الشكل التجهيزات المتواجدة على سطح ناللات النفط العملاقة

-9.05: تلخص مشاكل مهبط الطائرات العائمة ، بإيجاد أساليب التجميع المناسبة ، أساليب الإرساء الكثيفة بثبيت المهبط بشكل آمن ، بإيجاد الأساليب الكثيفة للمحافظة على سلامة المنشأة ، صالحة للاستخدام ، فترة تتراوح ما بين عشرين لثلاثين سنة ، وأخيراً اختيار الأساليب المناسبة ، للحد من تأثيرات أمواج البحر ، وتيارات المد والجزر ، وليكن معلوماً ، أن اتخاذ الاحتياطات المناسبة ، بغية تأمين عبور آمن ، هو من الشؤون الأساسية ، التي بها تنظم أمور وسائل النقل يختلف أشكالها .

❖ تجهيزات التنقيب الساحلية :

-9.06: على الرغم من أن مشاكل أعمال التنقيب المجراة في أحواض البحار والمحيطات ، هي ذاتها التي تتعرض لها أعمال التنقيب على اليابسة ، بل وأكثر . إلا أنه وخلال المئتين الماضية ، ونتيجة للتقدم التكنولوجي الهائل ، الذي وفر أدوات ووسائل عمل جديدة ؛ لم تكن القاطنون على أعمال التنقيب ، من التنقيب عن البترول في مساحات كانت في السابق ، تعد من المساحات الخطرة ، كما هو

- 9.07: من الصعب تحليل مشاكل العمل فوق سطح بحر هائج ، خاصة وأن العوامل الفاعلة ، المساعدة في ضبط وإخماد وسائل التنقيب على سطح اليابسة ، تختلف عن تلك المؤثرة تحت سطح مياه البحار . اعتمد المصممون على حلول كثيرة ، أهمها ما اعتمد على تركيب تجهيزات بحرية ، تستند على أرضية قاع البحر ، ممتدة إلى الأعلى ، حيث أماكن الاستفاد منها . تم إلى الآن ، تركيب وتشغيل مائة جزيرة معلقة للتنقيب عن البترول ، موضوعة في مناطق عمقها يصل إلى حوالي (٢٠٠) متر ، جرى تثبيتها باستخدام غواصات يقومها فطراسون متخصصون بأعمال الإنشاء . تقوم سفن التثقل العملاقة ، بالتطواف حول مناجم البترول ، فتجعله منتقلة به حيث مصالي البترول .

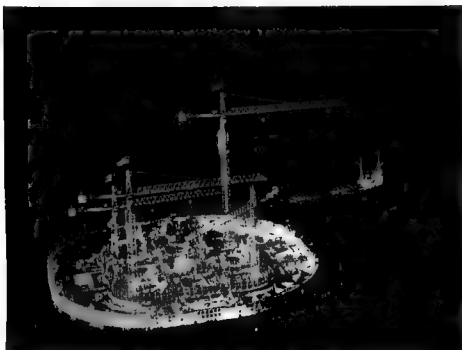
❖ صهاريج التخزين الشاطئية :

- 9.08: يمكن استضافة البترول إما من قاع البحر مباشرة . أو من على منسوب سطحه ، فمشكلة التخزين ، هي من أهم مشاكل أعمال التنقيب في عرض البحار ، يوضح الشكل (٣٠٣١) ، جزيرة عائمة مؤلفة من مستودع ضخم ، مكون من اسطوانات شاقولية ، مشادة على شكل

صهاريج بترولية ، يبلغ ارتفاع إحداها الكيل حوالي تسعين متراً ، يبرز منه فوق سطح المياه ، فقط عشرين متراً ، تبلغ قطر اسطوانة التخزين حوالي خمسة وتسعين متراً . تتوزع على سطح جدار الاسطوانة الخارجي ، والمقسم كجدار كاسر لأمواج البحر ، ثقوب تعمل على تقليص تأثيرات ما تتلقاه الاسطوانة من صدمات ، مرتفعة ارتفاع الأمواج بـ سطح جدارها الخارجي .

يخفف موقع الجزيرة ، وتغير أرضيته إلى عمق ستة أمتار ، حيث تصب أرضية مسبقة الإجهاد ، على شكل صندوق مفرغ . تشاد بعلل الجدران الكاسرة للأمواج ، في البداية ، فقط إلى ارتفاع ثمانية أمتار ، فتكون بذلك أرضة بحرية ، تستند عليها الأرضية السطحية .

- 9.09: يوضح الشكل (٣٠٣٢) ، مثلاً آخراً من أمثلة مستودعات التخزين . يتسع المستودع البحري هذا لحوالي (٧٧٢٨٠٠٠٠) لتراً ، ويعد موله من شاطئ البحر حوالي سبعة وتسعين كيلو متراً ، وهو على شكل غزان عائم ، يقع على موقع عمقه حوالي ستين متراً . يبلغ الوزن الإجمالي لمستودع التخزين هذا ، حوالي خمسة عشر



الشكل (٣٠٣) : يوضح الشكل إحدى جزر التتليد من البترول
المنتشرة في بحر الشمال . تعد الجزيرة هذه ، بمثابة مستودع ضخيم ،
تخزن فيها كميات ضخمة من البترول الخام .

● الحاسوب

10.01 : للحاسوب تطبيقات عديدة ، تشمل مناحي التصميم الميكانيكي والإنشائي بمختلف أشكالها ، فالحاسوب اليوم ، أداة هامة يهتد مهني الإنشاء والمراقبة . تستخدم الحواسيب عادة ، لإنجاز مجموعة كبيرة من الأعمال ، وهذا ما يبرز استخدامها ، رغم ارتفاع كلفة تطبيقاتها . بالطبع من الخطأ القول أن قدرة الحاسوب ، تنحصر فقط بما يزودنا به من معلومات خزنة ، كان قد زود بها في وقت سابق ، بل تعتمد ذلك إلى كونها تكرر إذا قامة لمعلومات يمكن أن نلبدنا عملياً . نحن نعلم أن الحاسوب لا يمكن أن يقدم لنا من فرائح تصميمات جاهزة ، إلا أنه قادر على تقديم عدد محدود من التصميم البديلة ، الملائمة لظروف محددة . تعتمد نوعية النتائج المستخلصة ، على نوعية البرنامج ، وبشكل أكثر أهمية ، على خبرة المبرمج ، الذي تقع على عاتقه مهمة تحميل المعطيات المتوافرة لديه إلى معطيات ومعلومات ذات قيمة ، يستطيع الحاسوب التعامل معها .

10.02 : يمكن للحاسوب المهو ببرامج تساعد في عملية التصميم الإنشائي ، لتقديم المكاسب التالية :

ألف طن ، وقطر أسطوانته تصل إلى حوالي (٨٢) متراً ، ويصل ارتفاع أسطوانته إلى حوالي (٦١) متراً . يعتمد طقو المنشأة هذه ، على مبدأ إزاحة الماء ، فهي منشأة لا قعر لها ، لذا فهي محتلة دوماً إما بالماء أو البترول الخام أو كليهما معاً . ملاء الخزائن هذا ، يوضع البترول الخام فوق ما يحويه من الماء ، وذلك استناداً إلى أن الزيت ، عند وضعه مخلوفاً بالماء ، يطفو على سطح الماء . يسبب فرق الوزن ، ما بين وزن الزيت ووزن الماء ، اختلال توازن الضغط الداخلي ، مما يدفع بالماء بهبوطاً ، حيث يتسرب من خلال فتحات ، تترك على سطح جدران مستودع التخزين .



الضاح (٣-٢) : يوضع الشكل مثالا آخر من أمثلة منشآت الصنزين .

١- يمكن به تقييم العديد من التصميم ، مما يساعد على اختيار الفضلها .

٢- به نستطيع توضيح العلاقات المنطقية ، التي تربط ما بين عناصر المنشأة .

٣- يمكن به اجراء مراجعة سريعة ، للمعايير المحددة للخصائص التصميمية ، ككمية الإنارة الطبيعية اللازمة ، متطلبات التظلة ، والمساحة الطافية المطلوبة .

٤- به تصبح إجراءات التصميم واستكمال مراحله أسرع .

٥- يمكن أن يتلقى منه أفراد فريق التصميم ، المعلومات المرجحة داخله ، مما يساعدهم في متابعة العملية التصميمية .

٦- يمكن أن نحصل منه على معلومات أكثر دقة وناسكا ، ويتم ذلك من خلال جداول وبيانات .

- 10.03 : لقد أحدثت الحواسيب أثرأ ضخماً ، خصوصاً على التصميم الإنشائية ، لقد بدأ كان يتطلب حل مشكلة بسيطة ، مؤلفة من (١٠٠) عنصر إنشائي مثلاً ، المتفاض (٦٠٠) ثابت ، وحل مشكلة معادلة آتية ، مما جعل من الصعوبة بمكان ، التوصل إلى حلول دقيقة ، من خلال أساليب الحساب التقليدية ، التي كانت بين أيدينا . بينما

أمكن الآن ، حل أمثال هذه المنشآت ، خلال بضعة ثوان لا أكثر . إن تطور الحاسبات في الآونة الأخيرة ، جعل من حل (١٠٠٠٠) معادلة آتية ، أمراً مألوفاً .

- 10.04 : لعل أهم فوائد الحاسوب في العمليات الإنشائية ، هي قدرته على طشة مهندس الإنشاء ، أن يفرضاته الأولية ، التي عليها تبنى أساليب التحليل الإنشائي ، هي افتراضات صحيحة . كما أن الحاسوب قادر على إعطاء نتائج دقيقة ، فيما يخص الأسقف القشرية والمنشآت الفراغية ذات الأبعاد الثلاثة .

- 10.05 : في المنشآت بالغة التعقيد ، كالآنية العالية مثلاً ، لنفس عجز للمصطلحات الرياضية عن التعبير عن مفردات المنشأة ، مما يجول بين الحاسوب ، وبين الاستفادة منه بكامل طاقته . في حالات كهذه ، نستخدم تحليلأ لمنشأة مكافئة ، يمكن التعبير عن مفرداتها رياضياً ، بحيث نعرضها للغروف مشابهة ، فنوصل بذلك إلى حلول أقرب ما تكون إلى الحلول الدقيقة .



